
NYPL RESEARCH LIBRARIES
3 3433 06274747 6











ANNALEN

DER

PHYSIK,

NEUE FOLGE.

HERAUSGEGEBEN

VON

LUDWIG WILHELM GILBERT

DR. D. PH. U. M., ORD. PROFESSOR D. PHYSIK ZU LEIPZIG, MITGLIED D. KÖN. GES. D. WISS. ZU HAARLEM U. ZU KOPENHAGEN, DER GESELLS. NATURF. FREUNDE IN BERLIN, DER BATAV. GESELLS. D. NATURK. ZU ROTTERDAM, D. LEIPZ. ÖKON. GES., U. D. GESELLS. ZU ERLANG., GRÖNING., HALLE, JENA, MAINZ, POTSDAM U. ROSTOCK; UND CORRESP. MITGLIED D. KAIS. AKAD. D. WISS. ZU PETERSBURG, DER KÖNIGL. BAYERSCHEN AKADEMIE DER WISS. ZU MÜNCHEN, UND DER KÖN. GES. D. WISS. ZU GÖTTINGEN.

ZEHNTER BAND.

NEBST EINER KUPFERTAFEL.

LEIPZIG,

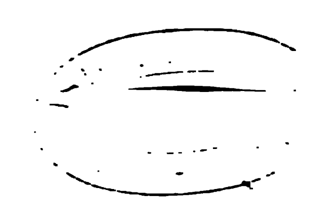
BEI JOH. AMBROSIUS BARTH

1812.

ANNALEN

DER

PHYSIK



HERAUSGEGEBEN

VON

LUDWIG WILHELM GILBERT

DR. D. PH. U. M., ORD. PROFESSOR D. PHYSIK ZU LEIPZIG, MITGLIED D. KÖN. GES. D. WISS. ZU HAARLEM U. ZU KOPENHAGEN, DER GESELLS. NATURF. FREUNDE IN BERLIN, DER BATAV. GESELLSCH. D. NATURK. ZU ROTTERDAM, D. LEIPZ. ÖKON. GES. U. D. GESELLSCH. ZU ERLANG., GRÖNING., HALLE, JENA, MAINZ, POTSDAM U. ROSTOCK; UND CORRESP. MITGLIED D. KAIS. AKAD. D. WISS. ZU PETERSBURG, DER KÖNIGL. BAYERSCHEN AKADEMIE DER WISS. ZU MÜNCHEN, UND DER KÖNIGL. GES. D. WISS. ZU GÖTTINGEN.

VIERZIGSTER BAND.

NEBST EINER KUPFERTAFEL.

LEIPZIG,

BEI JOH. AMBROSIUS BARTH

1812.

Inhalt.

Jahrgang 1812. Band 1.

Erstes Stück.

I. Einige Bemerkungen über Muskular-Contraction, von Paul Erman, Secr. d. phys. Kl. d. Ak. d. W. u. Prof. d. Phys. zu Berlin Seite 1

II. Ueber die Wirkungsart der Muskeln, von Will. Hyde Wollaston, D. M., Secr. d. Londn. Soc. 31

1. Von der Dauer der Muskelthätigkeit 32
2. Von der Seekrankheit 37
3. Von den heilsamen Wirkungen des Reitens und Fahrens 42

III. Resultate verschiedener Versuche, angestellt, um die Gröſse der Kraftanwendung eines Menschen bei verschiedenen Arten von Tagarbeit zu bestimmen, von Coulomb, Mitgl. des Instituts 48

Gröſse der Anstrengung und der nützlichen Wirkung, und *Maximum* derselben, während einer Tagesarbeit:

beim Steigen mit und ohne Last 53
beim Gehen mit und ohne Last 64
beim Fahren von Lasten auf Schiebkarren 72
beim Schlagen und Rammen 74
beim Arbeiten an Kurbeln 77
beim Graben mit dem Grabscheit 79

[illegible] der Chr-[illegible] am [illegible] von Hauy, [illegible] Anleitung [illegible] von [illegible]-[illegible] 83

[illegible] eines [illegible] von Tiom. [illegible] 98

[illegible] Physikers über [illegible] Farben-[illegible] 103

[illegible] am [illegible] Juli [illegible] 116

[illegible]

[illegible] die Polarisirung [illegible] zusammen-gestellt [illegible] Seite 117

[illegible] welche die Brechung und [illegible] begleiten, [illegible] Malus, Mitgl. d. Inst.; [illegible] 119

II. [illegible] der Krystalle und [illegible] von Malus; vor-gelesen [illegible] 132

III. [illegible] Doppelbrechung [illegible] der [illegible] Krystalls, von [illegible], Mitgl. d. Inst. 141

IV. Ueber eine eigenthümliche Modification, welche die Lichtstrahlen beim Durchgehn durch gewisse durchsichtige Körper erleiden, und

über einige andere neue optische Erscheinungen, von Arago, Mitgl. d. Inst.; vorgel. am 11. Aug. 1811 . . . Seite 145

V. *Zweite Fortsetzung* des Versuchs, die bestimmten und einfachen Verhältnisse aufzufinden, nach welchen die Bestandtheile der unorganischen Natur mit einander verbunden sind, von Jacob Berzelius, Prof. d. Med. u. Pharm. und Mitgl. d. kön. Akad. d. Wiss. zu Stockholm.

Die Salpetersäure und die salpetrige Säure, als Beweise, dass der Stickstoff nicht chemisch einfach ist . . . 162

1. Die Salpetersäure; Versuch, ihre Zusammensetzung durch ihre Sättigungs-Capacität zu bestimmen . . . 163
Salpetersaurer Baryt . . . 164
Salpetersaures Bleioxydul . . . 166
Salpetersaures Ammoniak . . . 168
Resultate . . . 175
2. Basische und überbasische salpetersaure Salze . . . 176
Basisches salpetersaures Bleioxydul . . . 176
Ueberbasisches salpetersaures Bleioxydul . . . 177
Basisches salpetersaures Kupferoxyd . . . 184
3. Die salpetrigsauren Salze . . . 186
Basisches salpetrigsaures Bleioxydul . . . 186
Neutrales salpetrigsaures Bleioxydul . . . 198
Ueberbasisches salpetrigsaures Bleioxydul . . . 200
Andre salpetrigsaure Salze . . . 202

VI. Einiges von Thieren, aus englischen Zeitschriften ausgezogen von Gilbert . . . 209

1. Wie viel Flügelschläge macht ein Insekt beim Fliegen in einer Secunde . . . 209
2. Das Spinnen-Gewebe . . . 211
3. Beobachtungen über die fliegende Spinne, von Teed, Esq. . . . 212
4. Die Spinne als Wetterverkündiger . . . 214
5. Der fliegende Sommer . . . 214
6. Bemerkungen über die Blutigel, von Peek . . . 215

7. Zwei Vorfälle im Ganges mit einem Krokodill und einem Hayfische . . . Seite 218
8. Wanderungszeit einiger Schwalbenarten um London, von Th. Forster . . . 219

VII. Eine neue Gasart, und Beantwortung des letzten Aufsatzes des Herrn Murray über das oxygenirt-salzsaure Gas von John Davy. Frei bearbeitet von Gilbert . . . 220

Drittes Stück.

I. Die Blausäure, die flüchtigste aller Flüssigkeiten, und Verdunstungskälte, welche sie erregt, von Gay-Lussac, Mitgl. d. Inst. . . . 229

II. *Dritte Fortsetzung* des Versuchs, die bestimmten und einfachen Verhältnisse aufzufinden, nach welchen die Bestandtheile der unorganischen Natur mit einander verbunden sind, von Jacob Berzelius, Prof. d. Med. u. Pharm. und Mitgl. d. kön. Akad. d. Wiss. zu Stockholm.

Die Gesetze der Verbindungen des Wassers, und der Bildung der basischen Salze und der Doppelsalze enthaltend; sammt den Resultaten der ganzen Untersuchung . . . 235

Unmöglichkeit, einige Säuren für sich darzustellen . 237
Krystallwasser der Salze . . . 241
I. Gesetze für die Verbindungen des Wassers . . . 246
A. Verbindungen mit Säuren
Weinsteinsäure . . . 246
Citronensäure . . . 248
Sauerkleesäure . . . 250
Resultate . . . 251
B. Verbindungen mit Basen (Hydrate)
mit den Alkalien und alkalischen Erden . . . 254
mit Thonerde . . . 260
mit Kieselerde . . . 265
mit Eisenoxyd . . . 266
mit Zinnoxyd . . . 272

C. Verbindungen [illegible]
Wein[illegible] [illegible]
Schwefelsaures [illegible]
[illegible]
[illegible]
[illegible]
Schwefelsaures [illegible]
Schwefelsaures [illegible]
Schwefelsaures [illegible]
[illegible]
[illegible]
II. Gesetze für die [illegible]
Basisches [illegible]
Basisches [illegible]
Basisches [illegible]
Basische [illegible]
[illegible]
Basische [illegible]
Folgerungen
III. Gesetze für die [illegible]
1. Doppelsalze [illegible]
Schwefelsaures [illegible]
Schwefelsaures [illegible]
Alaun
[illegible]
2. Doppelsalze [illegible]
[illegible]
IV. Allgemeine Uebersicht [illegible]
[illegible]

III. Resultate aus einer Untersuchung, welche Herr Gay-Lussac über die Verbindungen der drei Bestandtheile in der Gesellsch. zu Arcueil am 10. Febr. 1811 vorgelesen hat

IV. Beschreibung des [illegible] und Vergleichung desselben mit andern [illegible] desselben Geschlechts, v. Wil. Roxburgh, M. D.

V. Ein Mittel, Schiffbrüchige zu retten, von Cumberland, Esq.

Der erste Fehler ist, dafs man stets nur die höheren Thierarten im Sinne gehabt hat. Alles, was man an der äufsern und innern Constitution ihrer Muskeln wahrnahm, hielt man für gleich wesentliche und unablässige Bedingung der Muskular-Bewegung, und jedes mechanische Gesetz, welches sich auf irgend eine dieser Modificationen der Muskular-Struktur höherer Thierarten beziehen liefs, hat zu seiner Zeit für die ausschliefsend wesentliche Bedingung aller animalischen Bewegung gegolten. Seitdem eine gründlichere Einsicht in den ganzen Umfang der thierischen Wesen, als das Ziel der Physiologie anerkannt worden ist, hat man das Beschränkte dieser Aufstellung des Problems nicht unbemerkt gelassen. An den äufsersten Gränzen des Thierreichs verschwinden beinahe alle die Charaktere, welche man bei den Muskeln höherer Thierarten für wesentliche Bedingungen jeder Turgeszenz hielt; nichts destoweniger erscheint auch hier die thierische Materie gleichfalls mit der Fähigkeit begabt, sich durch innere und äufsere Reizungen zusammenzuziehn. Die faserige Textur, die Anhäufung in längliche Bündel, die spindelförmige Gestalt, welche zwischen zwei festen Anheftungspunkten eine bauchige Erweiterung darbietet, ja selbst die Insertion von bestimmten Zweigen des vaskulösen Systems, sind daher nur als Modificationen zu betrachten, welche nicht wesentlich zum Zweck der thierischen Contractilität gehören, sondern nur zu Nebenzwecken dienen, nämlich zur

größeren Bestimmtheit, Leichtigkeit und Ausdauer dieser ursprünglichen thierischen Function bei vollkommneren Thieren; da bei den gallertartigen Mollusken und bei den aus einer einfachen Membran bestehenden Zoophyten, selbst das Vergrößerungsglas, keinen von diesen Charakteren entdeckt, und doch die Muskular-Contractionen in ihnen ohne Zweideutigkeit Statt finden. Lassen wir aber diese secundären Modificationen der thierischen Bewegungsorgane fallen, so bleibt uns, als wesentlicher Charakter derselben, nur die Grundeigenschaft übrig, daß die innere Cohäsion ihrer Bestandtheile veränderlich ist, so daß sie durch die sogenannten Reize bald gesteigert, bald vermindert werden kann. Diese Eigenschaft ist aber etwas Ursprüngliches, als solches nicht weiter zu Bezweifelndes. Denn ob das absolute Volum eines Muskular-Organs während der Contraction in sich vermindert werde, ist bekanntlich bezweifelt worden; ja man hat es sogar auf den Grund factischer Untersuchungen geläugnet: daß man aber mehr Kraft verwenden müsse, um einen lebendigen so eben contrahirten Muskel, als um einen todten oder schlaffen zu zerreissen, kann man nicht bezweifeln, selbst abgesehen von den evidentesten Thatsachen; denn es ist dieses gewissermaßen das Phänomen der Contraction selbst, mit andern Worten ausgedrückt.

Der zweite Fehler, der sich an den bisherigen physischen Theorien der Muskular-Contraction rügen läßt, ist, daß man in ihnen meistentheils nur

das Mechaniſche dieſer Zuſammenziehung beachtet hat; man verglich *bedingte* Bewegung im Muskel mit irgend einer ähnlichen Bewegung eines unorganiſchen Syſtems, und erklärte und berechnete ſie nach den Geſetzen dieſes als Bild dienenden lebloſen Mechanismus, das *bedingende* aber, das wahrhaft urſachliche, wurde zu oft überſehen; wie nämlich es denkbar ſey, daſs der Reiz, als chemiſche Action beginnend, in eine mechaniſche Kraftäuſserung ende.

Die elektriſchen Reizverſuche, welche ſich ſeit Galvani zu einer ſchätzbaren, aber etwas ſchwerfälligen Maſſe angehäuft haben, gewährten ſchon früh über manches einzelne Detail der Muskular-Contraction mehrere genügende Aufſchlüſſe. Späterhin ergab ſich, daſs bei dieſer Klaſſe von elektriſchen Wirkungen ſtets auch ein chemiſcher Gegenſatz eingeleitet wird, ſo daſs der nicht unbequeme Ausdruck: einer durch + E und — E bedingten Oxygen- und Hydrogen-Polarität, nunmehr durch viele Thatſachen gerechtfertigt iſt. Und nun entſtand für die Phyſiologie die Hoffnung, in die chemiſchen Bedingungen des Muskular-Reizes mit faktiſcher Klarheit einzudringen. Aber das Mechaniſche des Phänomens, das Band, wodurch für gewiſſe thieriſche Theile eine erhöhte innere Cohäſion mit dem veränderten chemiſchen Zuſtande zuſammenhängt, liegt noch in einem ſolchen Dunkel, daſs meines Willens noch niemand gewagt hat, hierüber auch nur eine Ahnung auszuſprechen: dieſer

Umſtand allein ſchon läſst mir einige Nachſicht für den folgenden rohen Verſuch erwarten, einem Zuſammenhange beider Klaſſen von Erſcheinungen nachzuſpüren.

1.

Aus mehreren Wahrnehmungen, die ſich mir bei einer früheren Unterſuchung darboten, hielt ich mich unlängſt für berechtigt das Reſultat zu ziehen, daſs bei Anwendung des elektriſchen Proceſſes auf unorganiſche Körper, erweislich, *zugleich mit der galvaniſch-veränderten chemiſchen Verwandtſchaft auch eine Modification der mechaniſchen Cohäſion gegeben ſey* *). Hat es mit dieſem Reſultat ſeine Richtigkeit, ſo könnte uns vielleicht hierdurch der Weg vorgezeichnet ſeyn, auf dem wir für die Muskular-Contraction, welche ihrem Weſen nach nichts als erhöhte Cohäſion iſt, den Uebergang von der bedingenden chemiſchen zur bedingten mechaniſchen Action zu ſuchen hätten.

Wenn in einer kräftig wirkenden elektriſchen Säule der Zuleiter des einen Pols eine bedeutende Leitungsfähigkeit und zugleich eine groſse innere Beweglichkeit beſitzt, (wie z. B. Queckſilber,) und wenn der Zwiſchenleiter ein durch Galvanismus chemiſch zerſetzbarer Körper iſt, ſo entſteht im Augenblick der Schlieſsung der Säule ein erhöhter Grad von wechſelſeitiger Cohäſion zwiſchen beiden, der ſich durch ſehr bedeutende Erſchütterungen und Aenderung in der Geſtalt der gemeinſchaftlichen Begränzung beider

*) Wahrnehm. über das gleichzeit. Entſtehn im mechan. Cohaerenz u. chem. Verwandtſchaft, *Annal. N. F. B.* 2. S. 285 f.

Körper äuſsert, wodurch das ganze Syſtem in Bewegung geräth.

Dieſe allgemeine Analogie verwandelt ſich in ein auffallend treues Bild aller Details einer durch Galvanismus bedingten Muskular-Contraction, wenn man folgende Zuſammenſtellung wählt, auf die ich erſt geführt wurde, nachdem ich die erwähnte Abhandlung bekannt gemacht hatte.

Man hänge an dem einen Arme einer genugſam empfindlichen Wage, mittelſt eines feinen Metalldrahts, eine gut centrirte Adhäſions-Platte, ſtelle unter derſelben eine Queckſilberfläche, die mit einer ſehr dünnen Waſſerſchicht bedeckt iſt, bringe die Adhäſions-Platte mit dieſem Waſſer in Berührung, und lege in die Wageſchale an dem andern Arme ſo viel Gewicht, daſs die Platte nicht bloſs ſchwebend erhalten werde, ſondern daſs auch die ganze Waſſermenge ſich unter ihr in Geſtalt einer cylindriſchen Hohlkehle anhäuft, und dem Abreiſsen möglichſt nahe ſey. In dieſem Zuſtande befand ſich meine Wage, als ich ſie mit dem einen Pole, und das Queckſilber mit dem entgegengeſetzten Pole einer thätigen elektriſchen Säule verband, die ich in 2 gleichen noch unverbundenen Theilen aufgebauet hatte; noch war alſo der Kreis nicht geſchloſſen. Dieſe Schlieſsung geſchah mittelſt eines Hebels, der die in 2 gleiche Schenkel getheilte Säule in Verbindung ſetzte, ohne der weit davon entfernten Wage die mindeſte Erſchütterung mitzutheilen. Im Moment der Schlieſsung erhielt die Platte durch die vermehrte Cohäſion des Waſ-

ſers und des Queckſilbers einen bedeutenden Impuls; ſie wurde heruntergezogen, während das Waſſer rund umher von ihrer Peripherie hervorſchnellte, wodurch die mit einigen Unzen beſchwerte Wage ſich bedeutend neigte. Dieſe Bewegung war jedoch mehr ein Stoſs oder eine Zukkung zu nennen, als ein dauernder Ausſchlag; denn kurz nach der Schlieſsung, und während ſie noch dauerte, ging der Wagebalken beinahe wieder in ſeinen vorigen Stand zurück. Der ihr im Moment der Schlieſsung mitgetheilte Impuls war hingegen ſo lebhaft und deutlich, daſs die entgegengeſetzte Schale dadurch meiſtentheils in pendelartige Bewegungen gerieth, und die Zunge der Wage mehrere Grade ihres Bogens durchlief. Dieſe ausgezeichnete Wirkung bleibt nie aus, und iſt auch an beiden Polen meiſtentheils gleich.

Daſs dieſe Bewegung durchaus nicht eine gewöhnliche elektrometriſche Anziehung iſt, habe ich für andere Erſcheinungen dieſer Klaſſe bewieſen; auch ergiebt ſich das von ſelbſt ſchon aus der Gröſse der Maſſen, die in Bewegung geſetzt werden, und aus dem Umſtande, daſs das ganze Syſtem uniſolirt ſeyn kann, ohne daſs dieſes irgend einen Einfluſs auf den Erfolg hat. Die Adhäſions-Platte giebt uns folglich hier das treue Bild einer Schlieſsungs-Contraction, deren Bedingung keine andere iſt, als gleichzeitige Aenderung der chemiſchen Verwandtſchaft und mechaniſchen Cohaeſion zwiſchen feſte und feuchte Leiter. Dieſe Bedingungen aber ſind

auch das, was wir als das Wesentliche bei der galvanisch gereizten Muskelfaser vorfinden.

Die Aehnlichkeit der Bewegungen der Wage mit denen der gereizten Muskelfaser beschränkt sich indeſs nicht auf diesen ersten Zug. Oeffnet man den Kreis, nachdem der Wagebalken wieder in Ruhe gekommen ist, so stellt sich das vorige Gleichgewicht der Cohäsionskräfte nach aufgehobener chemischer Reaction wieder ein, aber immer mit einer solchen Beschleunigung, daſs das System wiederum erschüttert wird, und die Platte jedesmal losreiſst, wobei der Wagebalken die *Trennungs-Contraction* des Muskels nachahmt. Also auch hier geschieht der Uebergang aus einer bestimmten Thätigkeit in die vorige Indifferenz durch eine positive Bewegung, ähnlich der, welche die erste Aufhebung des Gleichgewichts bezeichnete.

Ich sage *ähnlich*, — aber nicht gleich. Und dieses begründet eine dritte Uebereinstimmung des Bildes mit der bezeichneten Sache. In der That, so wie die Schlieſsungs-Contraction des Muskels allerdings sich durch einige, obgleich schwer aufzufassende, aber doch reelle Charaktere, von der Trennungs-Contraction unterscheidet; so finden wir es auch hier bei der auf veränderte Cohäsion sich gründenden Schlieſsungs- und Trennungs-Zuckung der Wage. Bei der *Schlieſsung* reiſst die Platte durchaus nie ab, so nahe dem Abreiſsen sie auch durch das aufgelegte Gegengewicht, und so heftig und erschütternd der Impuls gewesen seyn

mag. Bei der *Trennung* hingegen geschieht unausbleiblich das Gegentheil; und wenn man auch das Gegengewicht bedeutend vermindert, so ist doch die positive Acceleration, mit welcher sich der vorige Grad der Cohäsion wieder darstellt, stets so gross, dass die Platte abgestossen wird.

Endlich treten noch während der ganzen Zeit des Geschlossenseyns der Kette an der Adhäsionsplatte gewisse Bewegungen ein, die eine wunderbare Analogie mit dem haben, was wir unter gleichen Umständen am gereizten Muskel wahrnehmen. Die Wage nemlich bleibt in Ruhe, die Adhäsionsplatte, die sie trägt, liegt oder fällt *also* nicht; wenigstens nicht merkbar; aber dessen ungeachtet findet während der ganzen Zeit des Geschlossenseyns eine innere Vibration der flüssigen Theile des Leiters Statt, die sich durch Schwingungen und Undulationen anzeigt, welche zu schnell auf einander folgen, und eine zu geringe absolute Intensität haben, um den Wagebalken in wahrnehmbare Schwingungen zu versetzen. Die Ursache dieser so schnell auf einander folgenden Undulationen ist wahrscheinlich keine andere, als die partiellen Entladungen der galvanischen Elektricität, welche durch die unvollkommene Ableitung des Wassers nie absolut abgeglichen werden kann; so dass stets auf kleine sich anhäufende Grade der Spannung gleiche partielle Grade der Entladung folgen. Während des Anhäufens wird nun die absolut gesteigerte Cohäsion etwas über ihr Maximum gebracht, um bei der ihr

correſpondirenden partiellen Entladung etwas unter das Maximum zu fallen, woraus ein Schwanken der Berührungsfläche des Waſſers und des Queckſilbers über und unter die eigentliche Curve, die für ſie durch das Schlieſsen überhaupt beſtimmt wird, entſtehen muſs. Mit einem Worte, der erhöhte Grad der Cohäſion bleibt ſich nicht abſolut gleich während des Geſchloſſenſeyns; er leidet continuirlich kleine partielle Ab- und Zunahmen, obgleich im Ganzen die Cohäſion geſteigert bleibt, ſo lange der geſchloſſene Kreis die chemiſche Zerſeztung einleitet.

Beim gereizten Muskel ſpringt nun das Analoge hiervon ganz deutlich in das Auge. Auf die Schlieſſungs-Contraction folgt ein Zuſtand, wo der Muskel ſeine abſolute Lage nicht mehr durch eigentliche Zuckungen anderweitig ändert; wo man aber doch leicht ein inneres Schwingen und Oscilliren der Muskelbündel wahrnehmen kann, welches nur mit dem Oeffnen des Kreiſes aufhört. Und ſollte uns dieſe Beobachtung in einigen Fällen ſchwierig werden, ſo können wir uns geradezu auf unſer eigenes Gefühl berufen, das wir haben, während wir uns im Kreiſe einer kräftigen Säule befinden. Die kriebelnde Empfindung, die nur beim Oeffnen der Säule aufhört, zeigt deutlich an, daſs der hervorgebrachte Zuſtand von Spannung ſtets innerhalb gewiſſer Gränzen ſchwankt; und daſs die Urſache, die ihn bedingt, nicht mit einem durchaus conſtanten Grade gereizt iſt.

Wir haben alſo an dieſen Bewegungen eines unorganiſchen Syſtems ein auffallend treues Bild der Veränderungen, die unter ganz gleichen Umſtänden das organiſche Syſtem des Muskels erleidet; und wie einſt Volta ſeiner Säule die Form eines elektriſchen Fiſches gab, um gleichſam ſpielend die Identität beider Wirkungen um ſo anſchaulicher zu machen, ſo könnte man leicht an einer Zuſammenfügung von Hebeln mittelſt einer Adhäſions-Platte alle mechaniſchen Erfolge der galvaniſchen Reizung darſtellen. Ob das chemiſche Princip in beiden Erſcheinungen daſſelbe ſey, oder ob vielmehr das galvaniſche Automat eben *ſo wenig der wahren Bedingung* thieriſcher Contractionen *folgt*, wie etwa das von Edgeworth verfertigte hygroſkopiſche den Park durchwandelnde Reh; iſt eine Frage, die allerdings einen ernſteren würdigeren Ausdruck verdient, als den ſie hier erhält.

Auf jeden Fall entſtehen oft aus der Aehnlichkeit einer neuen Reihe von Erſcheinungen mit den längſt bekannten, neue Momente der Unterſuchung, an die man ſich nicht ſcheuen muſs, die factiſche Prüfung anzuknüpfen; denn wo von Qualitäten die Rede iſt, würden wir keine bedeutenden Fortſchritte machen, wenn es geſetzlich wäre, ſie nur nach bereits erwieſenen Analogien aufzuſuchen.

2.

Die Schlieſsungs- und Trennungs-Zuckungen der Wage durch vermehrte und verminderte Cohäſion führen folgende Momente der Unterſuchung herbei:

1. Vermindert sich im Momente der Schliessungs-Contraction des Muskels das absolute Volumen desselben?

2. Vermindert es sich ebenfalls, oder *vermehrt* es sich vielleicht über sein mittleres Volumen bei der Trennungs-Contraction?

3. Wie verhält sich das Volumen und der ganze Zustand des Muskels während des Geschlossenseyns und des Aufschwellens überhaupt?

4. Wie hat man sich zufolge faktischer Analogien mit den anorganischen Erscheinungen die Störung des chemischen Gleichgewichts bei galvanisch-gereizten thierischen Theilen zu denken?

Die Wichtigkeit der *ersten* Frage hat man schon früh gefühlt, und viel theoretischen und mathematischen Scharfsinn auf die Auflösung derselben verwendet, und ist auch hie und da zu empirischen Untersuchungen geschritten; doch erhielt man auf beiden Wegen widersprechende Resultate. Denn nach einigen soll der contrahirte Muskel sein absolutes Volumen vermindern, nach andern nicht. Die *zweite* Frage, die Trennungs-Contraction belangend, ist, so viel ich weiss, nie einer faktischen Untersuchung unterworfen worden. Dasselbe gilt von der *dritten* Frage, welche die Dimension des Muskels während des Geschlossenseyns betrifft, oder allgemeiner ausgedrückt, während einer anhaltenden Contraction überhaupt, es sey durch äussere Reizmittel, oder durch das Innere des Willens bei einer gleichförmig dauernden auf Bewegung gerichteten Gehirnthätig-

keit (*Cephalergium motus*). Diese drei ersten Fragen sind so nahe verwandt und der Weg zu ihrer Beantwortung ist so übereinstimmend, dass wir sie hier füglich zusammenfassen können; und nur die *vierte*, über das Entstehen des gestörten chemischen Gleichgewichts, werde ich abgesondert und für sich behandeln.

5.

Um über die Volum-Veränderungen des Muskels in den drei Perioden der galvanischen Reizung auf empirischem Wege etwas festzustellen, nahm ich einen Glas-Cylinder von 7 Zoll Höhe und 2 Zoll Weite, schliff in ihn nahe am Boden ein kleines Loch ein, und paste auf die Mündung des Cylinders einen gut zubereiteten Korkstöpsel völlig wasserdicht. Durch den Kork gieng eine oben und unten offene Glasröhre von sehr engem Caliber und ausserdem noch ein Platindraht. Ein ähnlicher Draht wurde in das untere in den Cylinder eingeschliffene Loch wasserdicht eingekorkt. Darauf schnitt ich von einem lebendigen Aal ein Stück 4 bis 5 Zoll lang, und zwar an der Stelle des Schwanzes ab, wo keine Höhlung mehr zur Aufnahme der Eingeweide ist, und die als ein Continuum von Muskeln zu betrachten ist. Das Rückenmark wurde mit dem einen Draht, und irgend ein Punkt der Muskeln mit dem andern Drahte verbunden, und so der thierische Theil in den mit Wasser ganz angefüllten Cylinder gebracht. Durch das Aufdrücken des Deckels zur Verschliessung des Ganzen stieg natürlich etwas Was-

ſer in die Glasröhre; die Stelle, wo es darin ſtehen blieb, wurde genau bezeichnet, und nun zur Reizung des thieriſchen Präparats mittelſt einer mäſsig ſtarken Säule geſchritten.

Bei den häufigen Wiederholungen dieſes Proceſſes ſowohl mit demſelben thieriſchen Individuo, als mit verſchiedenen andern, erhielt ich ſtets daſſelbe Reſultat. Im Moment der Schlieſsung fiel jedesmahl das Waſſer in der Röhre um 4 bis 5 Linien, und zwar mit einem einzigen Ruck, der ſo inſtantan war, wie das Contrahiren des Muskels ſelbſt. Bald darauf ſtieg das Waſſer, ungeachtet die Kette geſchloſſen blieb, wieder auf das vorige Niveau, aber viel langſamer, als es gefallen war; und ſo erhielt es ſich ohne wahrnehmbare Veränderung während der ganzen Dauer des Geſchloſſenſeyns. Bei der Trennungs-Contraction endlich fiel das Waſſer wieder eben ſo ſchnell und eben ſo tief, als bei der Schlieſsungs-Contraction, und nachher ſtellte ſich das vorige Niveau wieder her.

Dieſe Erſcheinungen haben etwas Paradoxes, denn ſie ſcheinen mit keiner Theorie übereinzuſtimmen; weder mit der, welche eine Verminderung des Volums bei der Muskularaction feſtſetzt, weil während des Geſchloſſenſeyns, wo doch der Muskel nicht in ſeinem natürlichen Zuſtande iſt, keine wahrnehmbare Verdichtung Statt findet; noch mit der entgegengeſetzten Theorie, weil im Moment des Schlieſsens und Oeffnens, wo doch die eigentliche Contraction eintritt, allerdings eine Verdichtung

des Muſkels angezeigt wird. Hieraus erklärt ſich auch die Möglichkeit des negativen Reſultats in Gilpin's Verſuchen, als er auf demſelben Wege, den wir ſo eben einſchlugen, durchaus *keine* vermehrte Dichtigkeit bei den gereizten Muſkeln des Aals wahrnahm. Er wendete aber auf das thieriſche Präparat bloſs mechaniſche Reizmittel an. Nun wirken dieſe nie ſo kräftig und ſo inſtantan, wie die Elektricität, daher mag in ſeinen Verſuchen die Schlieſsungs-Contraction ganz weggefallen und der thieriſche Theil geradezu in einen Zuſtand verſetzt worden ſeyn, dem des Geſchloſſenſeyns der Kette gleich, ohne diejenige Acceleration zu zeigen, welche das Oeffnen und Schlieſsen derſelben charakteriſirt.

Aus unſern Verſuchen ergiebt ſich nun aber, daſs die Schlieſsungs- und Trennungs-Contraction allerdings mit einer nicht ganz unbedeutenden Vermehrung der Dichtigkeit im Muſkel verbunden iſt, und daſs in dieſer Hinſicht Croone und Gilpin Unrecht hatten, ſie zu läugnen. Es bedarf alſo für dieſen Fall nicht Croone's mathematiſch-atomiſtiſcher Hypotheſe, daſs die Moleculen der Muſkelfaſer Sphäroïden ſind, die während der Turgeſcenz mit der kurzen Axe, während der Erſchlaffung mit der langen Axe in der Richtung der Muſkelfaſer liegen, um begreiflich zu machen, wie der Raum, *den ſie erfüllen, nie* verkleinert wird, da wir ſehen, daſs dieſer Raum bei der Contraction wirklich vermindert wird.

Wichtiger noch ist das Resultat in Hinsicht auf die Trennungs-Contraction. Sie wird uns hier als ihrem Wesen nach gleichartig mit der Schliessungs-Contraction gegeben; sie ist also nicht, wie viele *a priori* geschlossen haben, die blosse Rückkehr zum vorigen Grade des natürlichen Tons, (ein blosses Nachlassen desjenigen, was übermässig gespannt war;) sondern diese plötzliche Aufhebung des gestörten Gleichgewichts, welche mit einer gewissen Acceleration eintritt, bedingt etwas Positives, eine eben so grosse Verminderung des Volumen, wie bei der Schliessungs-Contraction. Einer andern Hypothese gemäss, sollte die Trennungs-Contraction in einer wahren mechanischen *Expansion* bestehen, während nur die Schliessungs-Contraction wahrhaft *contractiv* wirke. Das Resultat unseres Versuchs ist dieser Hypothese eben so ungünstig: demselben gemäss ist die Trennungs-Contraction der Art und dem Grade nach eben so eine wahre *Contraction*, eine wahre Vermehrung der Dichtigkeit, wie die Schliessungs-Zuckung.

Höchst paradox erscheint aber in unserm Versuche der Zustand des Muskels während des Geschlossenseyns der Kette. Die Dimensionen desselben sind dieselben, wie im ungereizten Zustande, ungeachtet der Spannung und der erhöhten Thätigkeit, in welcher er begriffen ist.

Um diesem Punkte die Aufmerksamkeit zu widmen, welche er verdient, wollen wir vorläufig noch einmal auf unsere Cohäsions-Versuche zurückblik-

ken. Bewundernswerth ist ihre durchgängige Uebereinstimmung mit dem Detail der eben erwähnten Dimensions-Schätzungen. Wo sich die Adhäsions-Platte dem flüssigen Leiter mit Beschleunigung näherte, da näherten sich auch an einander die Elemente des Muskels, und das Wasser fiel mit Beschleunigung, nehmlich bei der Schliessung und Trennung; und wo während des Geschlossenseyns der die Platte tragende Hebel wieder in die vorige horizontale Lage zurücktritt, da steigt auch das Wasser in der Röhre wieder auf sein voriges Niveau, und zwar in beiden Fällen mit einer ähnlichen Geschwindigkeit, die viel geringer ist, als die des Fallens bei der Schliessung und Trennung. Das Hin und Herschwingen des Wassers unter der Adhäsions-Platte, und die darauf sich beziehenden Undulationen des Systems der flüssigen Leiter, beweisen aber, dass dessen ungeachtet während des Geschlossenseyns kein absolut beharrlicher Adhäsions-Zustand Statt findet, sondern dass vielmehr eine Reihe von elektrischen Spannungen und Entladungen schnell auf einander folgen, welche correspondirende gleiche Cohäsions-Zunahmen und Abnahmen so continuirlich bedingen, dass die Platte und der sie tragende Hebel in scheinbarer Ruhe schweben, obgleich sie in der That von zwei entgegengesetzten Kräften sollicitirt werden. Alle Versuche, die Beweglichkeit des Hebels so gross zu machen, dass sich die entgegengesetzten Wirkungen, welche die Un-

dulationen bedingen, auch an ihm ausſprächen, ſind bis jetzt fruchtlos geblieben.

Als ich an die vergleichende Unterſuchung der unter Waſſer gemeſſenen Dimenſionen gieng, hatte ich die Hoffnung, es würde ſich hier an einer zitternden Bewegung der gehobenen Waſſerſäule der innere Wechſel der Cohäſions-Zuſtände des Muskels während des Geſchloſſensſeyns eben ſo äuſsern, wie an den Undulationen der Platte. Dieſes erfolgte aber nicht; die Waſſerſäule ſchien unbeweglich eben wie der Wagebalken, und begreiflich aus derſelben Urſache. Wie dieſer zeigt ſie nur das totale Reſultat, = Ruhe, an, nicht aber die partiellen, ſchwingungsartigen, entgegengeſetzten Bewegungen, die im Innern des Muskels während einer fortgeſetzten Contraction Statt finden.

Ich muſste mich alſo nach anderen Wahrnehmungen umſehen, um über die Realität dieſes innern Wechsels der Cohäſions-Zuſtände des Muskels während der Turgeſcenz etwas Befriedigendes zu erforſchen. Das Reſultat dieſer Wahrnehmungen iſt, daſs weder der galvaniſche äuſsere Reiz, noch der innere der Willensthätigkeit, je den Muskel in eine beharrliche, abſolute, gleichförmig dauernde Spannung verſetzen können, ſondern daſs dieſer Zuſtand der Turgeſcenz immer ein Reſultat iſt ſehr vieler auf einander folgenden partiellen Actionen, deren Rhythmus verſchieden, und zwar um ſo ſchneller iſt, je gröſser die Intenſität der totalen Muskular-Action iſt. Ich finde, daſs die Wahrnehmun-

gen, auf welche ſich dieſe Meinung ſtützt, durch zwei Sinne zu erhalten ſind: durch das Gemeingefühl und durch eine akuſtiſche oder wenigſtens pſeudo-akuſtiſche Senſation.

Giebt man auf ſich Acht während irgend einer durch anhaltende Willensthätigkeit fortgeſetzten Anſtrengung eines Gliedes, wie bei den gewöhnlichen gymnaſtiſchen Uebungen oder Proben der Kraft des Armes, ſo wird man ohnfehlbar durch das Gemeingefühl unzweideutige Spuren eines Wechſels von Anſtrengen und Nachlaſſen, von Contractionen und Relaxationen wahrnehmen. Man halte z. B. ein Rapier mit verwendeten Augen dem Gegner hin, damit er in ganz willkührlichen Tempos ſein Mögliches verſuche, um es uns aus der Fauſt zu ſchlagen oder zu liiren: oder man ergreife eine Jagdflinte bei der Mündung, und halte ſie mit ausgeſtrecktem Arme in horizontaler Richtung: oder man faſſe zwiſchen die Zähne einen Stab, deſſen entgegengeſetztes Ende durch Belaſtung ein großes Moment des Widerſtandes leiſtet; ſo hat man in allen dieſen Fällen nicht das coenäſtheſiſche Gefühl einer auf einen gewiſſen Grad geſtimmten und continuirlich darin beharrenden Contraction, ſondern man fühlt vielmehr eine Reihe von Abſätzen, gleichſam von Impulſen, deren abſolute Stärke und Schnelligkeit des Wechſels immer im genauen Verhältniſſe iſt mit dem Grade der Kraftäußerung, mit welcher der Wille die Muskeln anſtrengt. Die Spannung des Muskels erſcheint uns alſo nicht

als eine absolute sich gleich bleibende Stimmung der ein für allemal erhöhten Cohäsion, sondern das Gefühl deutet ganz bestimmt neben bei auf ein fortwährendes Spiel von erhöhten und nachlassenden Wirkungen, ganz ähnlich denen, die sich in unserm Bilde durch die Undulationen während des Geschlossenseyns der Kette ergeben, das heisst, während überhaupt die Cohäsionskraft eines beweglichen Systems durch den elektrischen Einfluss in einen gesteigerten Zustand anhaltend versetzt wird.

Die kriebelnde Empfindung, die man hat, während man in der geschlossenen Kette verbleibt, und die partiellen zitternden Contractionen, die wir am thierischen Präparate unter denselben Umständen wahrnehmen, finden also durch die eben erwähnte coenästhesische Empfindung ihr Analoges auch für die Fälle, wo es der Wille ist, der die anhaltende Contraction bedingt. Man könnte jedoch zweifeln, ob auch diese Wahrnehmung des blossen Gemeingefühls untrüglich genug sey, und ob der Wechsel, den man im Cohäsionszustande des angestrengten Muskels zu fühlen wähnte, nicht vielleicht eine blosse psychische Täuschung sey. Da wir nemlich die Thätigkeit des Willens als Phänomen durch den inneren Sinn nur unter der Bedingung einer Zeitfolge erkennen, und folglich als Impulse, die sich in verschiedenen Momenten erneuern, so wäre in der That die Täuschung nicht unmöglich, dass wir *der subjectiven Vorstellung* der als successiv angeschauten Willensthätigkeiten, die den Muskel anhaltend

ſpannen, unvermerkt einen *objectiven* Werth unterlegten, und wähnten, dieſes Succeſſive im Organe ſelbſt durch den äuſsern Sinn zu empfinden. Sonderbar wäre es doch immer, daſs eine ſolche pſychiſche Täuſchung nur für die *Willensthätigkeit* Statt findet, und nicht für die Senſibilität bei Wahrnehmung äuſserer Eindrücke auf die Sinne. Bei dieſen zerfällt ebenfalls für den innern Sinn die Apprehenſion einer lange fortgeſetzten einförmigen Senſation in mehrere Momente der Zeit; deshalb aber entſteht uns nicht die Illuſion eines dieſer Zeitfolge entſprechenden Wechſels im Zuſtande des afficirten Organs. Bei der Senſibilität iſt einförmige Continuität, ſowohl für die Vorſtellung, als für die wahrgenommene Modification des Organs. Warum ſollte es anders ſeyn bei den Bewegung hervorzurufenden Gehirnthätigkeiten: *Cephalergiis motoriis*? Um jedoch den erwähnten Zweifel factiſch zu löſen, ſuchte ich durch irgend einen andern Sinn die für zweideutig gehaltene Wahrnehmung des Gemeingefühls während der Turgeſcenz zu beſtätigen.

Drückt man bei Abweſenheit alles äuſseren Geräuſches das Ohr gegen einen nicht zu weichen Gegenſtand feſt an (am beſten des Nachts gegen ein hartes Küſſen), und contrahirt dann ſtark und anhaltend die Maxillarmuskeln; ſo hat man die ſubjective Empfindung einer Reihe von abgeſonderten Geräuſchen (denn eigentliche Schalle oder Töne ſind es nicht). Dieſe folgen auf einander in gleichförmigem Rhythmus, ſo lange die Contraction der

Muskeln sich gleich bleibt. Bestimmt sie aber der Wille stärker, so nimmt auch sogleich die Reihe der Pulse einen beschleunigten Rhythmus an, und mit dem nachlassenden Drucke der Kinnladen gegen einander entsteht eine correspondirende Retardation in der Zeitfolge der wahrgenommenen Geräusche.

Besser noch gelingt diese Beobachtung, wenn man die Kinnladen gegen einen dazwischen gehaltenen Körper zusammendrückt; wenn man z. B. in einem Tuch einen Knoten macht, und in diesen mit zunehmender Gewalt beifst. Das angelehnte Ohr vernimmt die Zeitfolge der Geräusche immer schneller und schneller im Verhältniss mit der gesteigerten Aeusserung der Muskularkraft. Bei einem mäfsigen Grade derselben läfst sich die Empfindung am besten vergleichen mit dem sogenannten Spinnen der Katze. Bei einer viel gröfsern Energie der Contraction kann man sieben bis acht Pulse auf die Secunde abschätzen. Bewirkt aber der Wille den äussersten für das Individuum möglichen Grad der Spannung der Kaumuskeln, so wird die deutliche Wahrnehmung des Rhythmus unmöglich, theils weil bekannter Massen das geübteste Unterscheidungsvermögen nicht zu mehr als 10 bis 11 Actus des Bewufstseyns in der Secunde ausreicht, theils weil jede Muskularaction, die an das Aeusserste unserer Kraft grenzt, für die kurze Zeit ihrer Dauer alle Besinnung unmöglich macht, und gleichsam nur in einem *furor brevis* vollzogen wird.

Auch bei andern Muskeln läfst fich der jede anhaltende Turgefcenz begleitende innere Wechfel der Cohäfion durch das Gehör wahrnehmen. Man ftütze z. B. den Ellenbogen auf, lege die innere Fläche der Handwurzel dicht an das Ohr an, beuge die Hand in die Supination zurück, und drücke nun die geballte Fauft mit verfchiedenen Graden von Kraft zufammen, fo wird man gerade, wie in den eben erwähnten Fällen, eine Reihe von Geräufchen wahrnehmen, deren Rhythmus und Intenfität durchaus der jedesmaligen Kraftäufserung correfpondiren.

Die coenäfthefifche Wahrnehmung trog uns alfo nicht; es fand bei ihr keine Illufion Statt durch Uebertragung des *Succeffiven* in der angefchauten Willensthätigkeit auf einen nicht wirklich vorhandenen Wechfel im Organe; denn wie käme die Illufion dazu, diefen Wechfel, wenn er blofs eingebildet wäre, mit den beftimmten Qualitäten eines hörbaren Phänomens auszuftatten? Was man alfo gegen die allerdings an und für fich fehr verworrenen Wahrnehmungen der *Coenäfthefis* einwenden könnte, fällt weg, da fich im Zuftande des auffchwellenden Muskels auch für einen andern mehr objectiven Sinn derfelbe Wechfel der Wirkungen äufsert.

Um jedoch die Realität diefer fucceffiven Modificationen der abfolut erhöheten Cohäfion bei turgefcirenden Muskeln über allen Zweifel zu erheben, fuchte ich fie bei einem andern Individuum durch das Gehör wahrzunehmen, und es gelang mir gleich beim erften Verfuch über jede Erwartung. Ich liefs

jemanden den Ellenbogen aufstemmen, drückte mein Ohr dicht an die innere Fläche seiner Handwurzel, und bat ihn, nun nach zufälliger Willkühr die in der Supination begriffene Faust bald mehr bald weniger kräftig zusammen zu drücken, bald ohne alle Willensanstrengung der Ruhe zu überlassen. Es erwies sich nun, dass ich, ohne je zu irren, ihm sagen konnte, wann er eine Contraction vornahm oder nicht, und wann sein Wille den Grad einer bereits vorhandenen Anstrengung vermehrte oder verminderte. Und als wir die Rollen vertauschten, gelang meinem Freunde, einem geübten Beobachter, das Behorchen meiner Willensthätigkeit eben so gut, wie mir das Belauschen der seinigen, und ihm fiel dabei zuerst die sehr passende Vergleichung dieser Gehörwahrnehmung mit der des Spinnens der Katze ein.

Ich glaube aus diesen Thatsachen folgern zu dürfen, dass auch bei der durch den Willen bestimmten anhaltenden Turgescenz der Muskeln ein Cohäsionswechsel von partiellen Contractionen und Relaxationen Statt findet, so dass auch hier die absolut vermehrte Cohäsion nebenbei noch zwischen gewissen Grenzen hin und her schwankt. Dieses Vergleichen mit den durchaus ähnlichen Cohäsions-Phänomenen eines galvanisch behandelten unorganischen Systems liesse durch Induction auf eine correspondirende Aehnlichkeit der Ursachen schliessen, die in beiden Fällen wirksam sind. Die Einwirkungen des Gehirns auf das Muskular-System geschähen demnach

nach dem Typus von successiven Entladungen, die in jedem Momente sich zur Indifferenz abgleichen, und continuirlich durch neue Ladungen und Entladungen erneuert werden, so lange der totale Effekt der Turgescenz bleiben soll. So wenig es also zur Zeit noch erweislich, ja vielleicht wahrscheinlich ist, dass das Band zwischen den Vorstellung und den Bewegung hervorrufenden Gehirnthätigkeiten (*Cephalergiis Idaearum* und *Cephalergiis motus*) wirklich *identisch* sey mit der Elektricität, so sehr erscheint es doch in unsern Beobachtungen als *analogisch* mit dem Mechanismus galvanisch-elektrischer Entladungen. Diese in abgesetzten Zeitmomenten stets erneuerten Hirnthätigkeiten, um die Cohäsion zu bestimmen, erklärt uns, *warum* Gliedmaßen, die wir fortdauernd in erhöhter Spannung erhalten, sehr bald in ein äusserlich wahrnehmbares Schwanken und Zittern übergehen; und *warum* jede solche anhaltende Spannung so viel Kraft verzehrt, wie wir denn auch sehen, dass Kinder und Greise keiner langsamen Bewegung fähig sind, und dass auf die immer nur kurze epileptische Spannung eine so totale Erschöpfung folgt. Deshalb ist denn auch in der ganzen Oekonomie der Thiere alles offenbar darauf berechnet, die nöthigen Zwecke so viel wie möglich durch nur momentane Contractionen zu erreichen.

Der stete Wechsel der Cohäsion während der Turgescenz ist nämlich, wie wir selbst im unorganischen System sahen, bedingt durch eine correspondirende Reihe von chemischen Actionen;

das Material zu diesen Zersetzungen muss daher immer erneuert dargeboten werden. Daher finden wir auch, dass je anhaltender die Action eines Muskels seyn soll, ihm desto mehr zersetzbarer Stoff durch das muskulöse System zugeführt wird. Wenn irgend ein Theil des Muskular-Systems während des animalischen Lebens krankhaft so afficirt wird, dass durch ihn die Entladungen des X, welches sich continuirlich im Gehirn, wie etwa die Elektricität in der Säule, zu neuen Spannungen reproducirt, ganz passiv fortgeleitet werden ohne die Bestimmung des Willens, so tritt dieser Theil geradezu in die Verhältnisse unsers unorganischen beweglichen Systems an der Säule. Aber wir sehen auch in der That in so afficirten Gliedmassen, wie an der Adhäsions-Platte, ein stetes Hin- und Herschwanken, eine wahre Undulation, die der Wille nicht hemmen kann. Dieses bisher so räthselhafte Zittern der gelähmten Glieder währt fort, so lange die partiellen Entladungen des X vom Gehirn aus durch diese Glieder abgeleitet werden. Tritt aber ein Zustand ein, in welchem durch höhere Gesetze des Organismus der Einfluss der Hirnthätigkeit auf das *ganze* System des animalischen Lebens gehemmt wird, so hören auch die unwillkührlichen Entladungen durch den besagten Theil sogleich auf. Der Schlaf unterbricht die Schwingungen eines gelähmten Gliedes durch Isolirung vom Gehirn, so wie die Undulationen der Adhäsions-Platte durch Isolirung von der Säule verschwinden.

Fernere Anwendungen dieser faktischen Prämissen auf die Phänomene der Muskular-Bewegung würden hier am unrechten Orte stehen; ich begnüge mich daher, nur noch eine einzige Bemerkung anzuführen, die eine ganz specielle Beziehung auf unsern Gegenstand hat. Sie betrifft die Art der Sensation, die wir haben, wenn wir das Ohr in den Kreis der Säule bringen. Eine eigentliche vollkommen specifische Gehör-Affection ist sie meines Erachtens nicht zu nennen, wenigstens nicht in dem Sinne, wie unter ähnlichen Umständen auf der Zunge und im Auge Sinnes-Affectionen entstehn. Bei diesen nehmen wir ein bestimmtes Licht, einen bestimmten Geschmack wahr; bei dem galvanisch gereizten Ohr hingegen konnte ich nie einen bestimmten Ton, eine eigenthümliche Art des Klanges gewahr werden. Das Ganze beschränkte sich auf wiederholte Impulse im Innern des Kopfes, deren zweideutiges Gefühl zwischen Coenästhesis und Gehör so schwankte, dass man es am besten beschreibt als die Wahrnehmung einer Reihe von Kugeln, die durch den Gehörgang rollen; eine Beschreibung, die ich in der That von Tauben sehr oft erhielt.

Seitdem hat indess der zu früh verstorbene Ritter behauptet, es entstehe durch diese Reizung eine wirklich qualificirte Gehör-Affection, ein wahrer Ton, dessen musikalischen Werth er angiebt, und sogar verschieden findet bei der Schliessung und bei der Trennung. Ich nahm daher Gelegen-

heit, die Beobachtung zu wiederholen, sowohl an mir selbst, als an zwei Subjekten, die durch Beobachtungsgeist und Interesse für Physiologie sich besonders dazu eigneten. Wir armirten theils einen, theils beide Gehörgänge, theils auch die Tuba Eustachii; obgleich wir aber sehr verschiedene elektrische Intensitäten anwendeten, gelang es doch Keinem von uns, je einen eigentlichen Klang, einen bestimmten Ton zu hören. Die ganze Wahrnehmung beschränkte sich nach wie vor auf eine Reihe von Impulsen im Innern des Kopfes, die wegen ihres Entstehungs-Ortes allerdings in die Vorstellung von Geräuschen übergingen, wie etwa jede leise Percussion der äusseren Fläche der Gehörgegend, die aber nie einen eigenthümlichen vergleichbaren Ton constituirten.

Es ist diesem nach nicht möglich, den Gehörnerven durch Galvanismus so zu erreichen, dass wir ihn in die zu seiner eigenthümlichen Function bestimmten Bewegungen versetzen könnten. Er scheint sich durch seine tiefere Lage, und vielleicht mehr noch durch die isolirende Umgebung der Knochen dieser Einwirkung zu entziehen; und es erklärt sich vielleicht durch diesen Umstand die Nicht-Erfüllung so vieler sanguinischer Hoffnungen, die man anfänglich über die galvanischen Kuren der Taubheit hegte. Was aber diese Pseudo-akustischen Wahrnehmungen ihrem Wesen nach seyn mögen, entgeht uns nunmehr nicht. Ihre Aehnlichkeit mit demjenigen, was wir bei jeder durch

den Willen bedingten Turgescenz ebenfalls durch das Gehör empfinden, deutet meines Erachtens bestimmt genug auf Identität der Ursache in beiden Fällen. Die durch den galvanischen Reiz aufschwellenden Muskeln der Gehörgegend gerathen während ihres erhöhten Cohäsions-Zustandes in den uns bereits von der Adhäsions-Platte her bekannten Wechsel von Contraction und Relaxation; die innige Verbindung dieser Muskeln mit dem Gehörwerkzeuge verwandelt geradezu das kriebelnde coenästhesische Gefühl aller andern Turgescenzen in eine akustische Sensation, und diese Erscheinung ist füglich zu betrachten als ein neuer Beleg zu den factischen Beweisen, um die wir uns bemühten, daſs bei jeder anhaltenden Muskular-Contraction ein steter Wechsel im Cohäsions-Zustande Statt findet, die Turgescenz sey bestimmt durch den Willen oder durch eine äuſsere widernatürliche Reizung.

Wenn bessere Beobachter es der Mühe werth halten möchten, diesen Gegenstand überhaupt näher zu beleuchten, vorzüglich in pathologischen Fällen des Krampfs und des Tetanus, wozu die Gelegenheit mir fehlte; so würde ich mich über die Mängel meines geringfügigen Beitrags trösten.

4.

Bei Gelegenheit *der durch chemische Verwandtschaft veränderten Cohäsion* entstand nun noch die vierte Frage: *Wie sollen wir uns, nach factischen Analogien mit den unorganischen Erscheinungen, die Störung des chemischen Gleich-*

gewichts bei galvanisch-gereizten thierischen Theilen denken? Ich glaube, der Schlüssel hierzu sey die Eigenschaft der Leiter zweiter Ordnung, sich stets ihrer Längen-Dimension nach in zwei entgegengesetzte elektrische und chemische Zustände zu versetzen. Wenden wir dieses sowohl auf den bloſsen Nerven, als auf den mit dem Muskel continuirenden Nerven gehörig an, so lassen sich die so paradoxen, ja man möchte sagen, die so bizarren Gegensätze der Schlieſsungs- und Trennungs-Contraction genügend auflösen.

Doch diese Auseinandersetzung nimmt ihren Gang durch so viele und so feine Details, daſs es rathsam ist, sie für eine andere Gelegenheit aufzubewahren, wo zugleich die Zeit erlauben wird, einige Einwürfe zu beantworten, welche die Herren Prechtl und Configliacchi gegen *Bipolarität* und *Unipolarität* überhaupt zur Sprache gebracht haben.

II.

Ueber die Wirkungsart der Muskeln,

von

Will. Hyde Wollaston, D. M.

Secr. d. kön. Soc. zu London.

(Vorgelesen in der Londn. Societ. als *Croonian Lecture* auf d. J. 1810.)

Frei übersetzt von Gilbert *).

Zwar könnte es scheinen, die Bemerkungen, welche ich der königl. Societät mittheilen will, stünden in zu entfernter Beziehung mit einander, um sich schicklicher Weise in eine *Croonian Lecture* vereinigen zu lassen; man wird indess nicht in Abrede seyn, dass nach der Absicht, welche der Dr. Croone wahrscheinlich bei der Stiftung hatte, die uns jährlich mit Untersuchungen dieser Art beschäftigt, Bemerkungen über die Wirkungsart der freiwilligen Muskeln, und Untersuchungen über Ursachen, welche die Thätigkeit des Herzens und des arteriellen und venösen Systems befördern oder stören können, keine für diese Vorlesung fremdartige Materie sind. Auch habe ich es immer für einen

*) *Philosophical Transact. of the Roy. Soc. of Lond. for 1810.* G.

besondern Vorzug der Verfassung dieser Societät gehalten, dass sie uns erlaubt, zerstreute Beobachtungen und Bemerkungen, welche anfangs sehr unbedeutend scheinen können, und alles was jemand über einen bestimmten Gegenstand weiss, in das Publikum zu bringen, ohne ihn zu nöthigen, eine lange Abhandlung zu schreiben, oder auch nur auf sie zu denken.

Ich glaube daher unbedenklich in dieser meiner Vorlesung, nach Croone's Stiftung, von den folgenden drei Materien handeln zu dürfen, so wenig Aehnliches sie auch dem ersten Anblick nach zu haben scheinen. *Erstens* von der Dauer in den willkührlichen Wirkungen der Muskeln; *zweitens* von der Ursache der Seekrankheit, so fern sie sich in einer mechanischen Störung des Blutumlaufs suchen lässt; und *drittens* von den Vorzügen des Reitens und der andern Arten, sich fortbringen zu lassen, vor jeder andern Art willkührlicher Muskelbewegung.

1. *Von der Dauer der Muskelthätigkeit.*

Ein Jeder weiss aus eigner Erfahrung, wie nothwendig Ruhe nach angestrengter und anhaltender körperlicher Thatigkeit ist; und dass, wenn ein einzelner Muskel angestrengt wird, man diese besondere Anspannung nur wenige Minuten auszuhalten vermag. Indess scheint ein dritter Umstand, der sich in der Wirkung der Muskeln wahrnehmen läſst, der Aufmerksamkeit der Physiologen bisher ent-

gangen zu seyn, nämlich ihre Dauer. Ich glaube nicht, daſs man bis jetzt schon bemerkt hat, daſs jede Muskel-Anstrengung, die dem Anscheine nach eine einzige ist, wirklich aus einer sehr groſsen Zahl von Contractionen zusammengesetzt ist, die sich mit sehr kleinen Zwischenräumen wiederholen; Zwischenräume, welche in der That so klein sind, daſs sie sich nicht anders wahrnehmen lassen, als wenn man sie dadurch, daſs man einen Zustand theilweiser oder allgemeiner Schwäche erzeugt, über ihre gewöhnlichen Gränzen hinaus verlängert.

Eine Empfindung, die man sich verschaffen kann, wenn man das Ohr mit einem Finger verstopft, hat mich darauf geführt, die Wirklichkeit solcher abwechselnden Bewegungen anzuerkennen. Man glaubt dann ein Geräusch zu hören, welches viel Aehnlichkeit mit dem eines entfernten Wagens hat, der über Steinpflaster fährt. Die Geschwindigkeit der Bewegung ist nach der Stärke, mit der man den Finger andrückt, verschieden; der Ton aber, den man empfindet, hängt keineswegs von einem Drucke auf das Trommelfell ab. Denn der schwingende Ton ist schwächer, wenn man den Finger zugleich steift, durch die gezwungne Wirkung der antagonistischen Muskeln; und drückt man das Ohr mit vieler Kraft zu, ohne daſs Muskel-Wirkung mit in das Spiel kommt, so nimmt man keinen Ton wahr. Wenn man z. B. den Kopf mit der Hand unterstützt und ihn mit seiner ganzen Schwere auf den Muskel des Daums, auf welchem das Ohr

liegt, lassen läſst, hört man kein Geräusch, wenn man nicht das Ende des Daumens zugleich gegen den Kopf drückt, oder wenn nicht durch Unachtsamkeit in der Art den Versuch anzustellen, die Wirkung irgend eines andern Muskels bis zu dem Ohre gelangt.

Ich habe die Zahl dieser Schwingungen zu schätzen versucht. Es schienen mir ihrer ungefähr 20 bis 30 in einer Sekunde zu seyn; doch ist es möglich, daſs mein Verfahren mangelhaft war, in welchem Fall ich hoffe, daſs ein andrer ein sicheres Mittel erdenken wird, Zeiträume, wie diese, die für unmittelbare Beobachtung zu kurz sind, genauer zu messen. Ich bin zu dem Urtheil über die Menge dieser Schwingungen blos durch Nachahmung derselben gelangt. Zu dem Ende suchte ich es dahin zu bringen, daſs ich die Schwingungen selbst, und den nachgeahmten Schall zugleich durch dasselbe Ohr hörte. Ich stemmte den Ellbogen des Arms, auf dessen Daum-Muskel das Ohr auflag, auf ein wagerechtes Bret, in welches sich eine Menge gleicher Einschnitte, ⅛ Zoll einer von dem andern, befanden. Durch Fortführen eines abgerundeten Holzes über diese Einschnitte, mit regelmäſsiger Bewegung, konnte ich das durch Andrücken des Daums gegen den Kopf bewirkte Zittern ziemlich genau nachahmen, und dabei wurden durch Marken die Menge der Einschnitte bezeichnet, die das Holz nach meiner Uhr in 5 oder 10 Secunden durchlief. Ich fand, daſs wiederholte Ver-

suche dieser Art so gut, als sich nur erwarten liess, unter einander übereinstimmten; denn ich konnte nie sicher seyn, in ihnen genau denselben Druck hervorzubringen. Um nicht etwa durch ein Zusammenfallen Einer Schwingung mit je zweien der andern Art, wie bei der Octave in der Musik, in Irrthum geführt zu werden, nahm ich verschiedne Breter, in denen die Einschnitte in einigen einander näher, in andern weiter von einander entfernt waren, erhielt aber immer dasselbe Resultat. Um endlich auch sicher zu seyn, dass nicht etwa die Länge des wirkenden Muskels, oder des Knochens, der den erregten Schall meinem Ohr zuführte, auf diesen zufällig einwirke, veränderte ich den Versuch dahin, dass ich das Ohr mit einem Kissen verschloss, welches auf einem auf meinem Fusse ruhenden Stabe lag; dieser war mit Einschnitten versehn, und führte meinem Ohre zugleich mit der Empfindung der Vibrationen der Muskeln meines Beines den zitternden Schall zu, welcher durch Reibung über die Einschnitte erregt wurde. Ich erhielt auf diese Art ungefähr dieselben Resultate, nämlich in einer Secunde 20 bis 30 Schwingungen, je nachdem ich einen grössern Grad von Kraft aufwendete. Ich bat einen meiner Freunde, statt meiner diesen Versuch zu wiederholen; seine Wahrnehmung stimmte so genau mit der meinigen überein, dass sie mich in der Meinung bestätigte, meine Schätzung sey ziemlich richtig.

Die gröſste Zahl von Schwingungen, welche ich wahrgenommen habe, war 35 oder 36, die kleinſte 14 oder 15 in einer Sekunde. Will man ſie noch langſamer machen, ſo werden die Reſultate zu irregulär, als daſs ſie ſich mit hinlänglicher Genauigkeit erhalten lieſsen. Es iſt indeſs ſehr wahrſcheinlich, daſs bei groſser Schwäche ihrer noch ſehr viel weniger ſeyn können. Daraus würde ſich das ſichtbare Zittern bei Altersſchwäche oder bei Schwäche durch Krankheit erklären laſſen.

Ich glaube, daſs die Aehnlichkeit und Uebereinſtimmung der Muskelſchwingungen und das Geräuſch eines Wagens, der in der Entfernung fährt, nicht ſo ſehr auf die Beſchaffenheit des Schalles ſelbſt, als darauf beruht, daſs dieſe Schwingungen und die auf einander folgenden Stöſse des Rades eines ſchnell fahrenden Wagens an jeden Stein des Straſsenpflaſters, im Mittel der Anzahl nach, gleich ſind. Rechnet man ungefähr 24 Schwingungen in einer Secunde, und giebt man jedem Stein ungefähr 6 Zoll Durchmeſſer, ſo würde ein ſolcher Wagen mit einer Geſchwindigkeit von ungefähr 8 engl. Meilen in der Stunde fahren; welches der Wahrheit ſo nahe kömmt, als es bei Schätzungen dieſer Art nur zu erwarten iſt.

Einigen Mitgliedern der Societät werden dieſe Beobachtungen vielleicht nicht ganz neu zu ſeyn ſcheinen. Ich habe ſie zum erſten Male ſchon vor 17 bis 18 Jahren angeſtellt, und ſie ſeitdem mehreren Freunden mündlich mitgetheilt. Noch nie-

mand hat indefs, fo viel ich weifs, fie gebraucht, die fchwingende Befchaffenheit der Muskel-Wirkung darzuthun. Zwar hat fchon Grimaldi den fcheinbaren Schall wahrgenommen, der beim Verftopfen der Ohren entfteht; er fchrieb ihn aber, den damaligen Vorftellungen gemäfs, einer fchnellen Bewegung der animalifchen Geifter zu *).

2. *Von der Seekrankheit.*

Man hat die Urfache der Seekrankheit noch nicht genügend erklärt, d. h. des Schwindels, in den die unaufhörliche Bewegung des Schiffs durch die Wellen den verfetzt, der daran nicht gewöhnt ift.

Nachdem ich mehrere Tage lang an der Seekrankheit gelitten, und umfonft über die Urfache nachgedacht hatte, welche fo verfchieden auf den, der zum erften Male das Meer befährt, und auf den Seemann wirkt, der an die Bewegung des Schiffs gewöhnt ift, war ich, als ich allmählig diefem Einfluffe zu widerftehn anfing, endlich fo glücklich, eine Eigenthümlichkeit in meiner Art zu athmen zu bemerken, welche mit der Bewegung des Schiffs in offenbarem Zufammenhange ftand. Beim Erwachen aus einem unruhigen Schlafe nahm ich näm-

*) Grimaldi *Phyfico-Mathefis de Lumine*, p. 383: *Vera itaque ratio experimenti praedicti eft, quia in digito et brachio totoque corpore continuo fiunt multi motus ac tremores, ob fpirituum agitationem huc illuc perpetue accurrentium.* W.

lich wahr, dass ich nicht, wie gewöhnlich, mit Gleichförmigkeit, sondern in unregelmässigen Zwischenräumen athmete und so mit Pausen, als ob ich einen günstigen Zeitpunkt für das nächste Einathmen abwartete; und dieses schien einigermassen mit dem Herabgehn des Schiffs, das besonders unangenehm auf mich wirkte, in Zusammenhang zu stehn.

Diese Bewegung muss in der That auf die Bewegung des Blutes und dadurch auf das ganze System unmittelbar einwirken. Denn wenn die Brust erweitert wird, um die Luft einzuziehn, sind auch die Gefässe derselben, die das Blut aufnehmen, mehr geöffnet, so dass der Zurückgang des Blutes, von dem Kopfe aus gerechnet, freyer als zu jeder andern Zeit einer vollständigen Athmung ist. Umgekehrt wird während des Ausstossens der Luft aus den Lungen, die Ankunft des Blutes in die Lunge so gehindert, dass das Gehirn beständig fort abwechselnd ansteigt und sinkt, genau so wie die Brust sich zusammenzieht oder erweitert, wie man an Trepanirten wahrgenommen hat. Es lässt sich hieraus erklären, wie man sich bei heftigen Kopfschmerzen durch tiefes Athemholen für einen Augenblick kann erleichtert fühlen.

Auch in der Seekrankheit kann man sich durch das Einathmen etwas Linderung verschaffen, wenn man es so vornimmt, dass es dem Druck entgegenwirkt, welchen das Blut in Zwischenzeiten auf das Gehirn ausübt. Mit diesem Drucke hat es aber folgende Bewandniss.

Alle, welche ſeekrank geweſen ſind, kommen darin überein, daſs, abgeſehn von dem Schwindel, der unbehaglichſte Zeitpunkt der iſt, wenn das Schiff ſchnell mit der Welle, von der es gehoben worden war, herabſinkt. Und während dieſes Herabſinkens übt das Blut einen beſondern Druck auf das Gehirn aus. Wenn nämlich ein Menſch auf dem Verdecke aufrecht ſteht, kann das Blut *durch ſein Gewicht* keinen Druck auf das Gehirn, das dann der oberſte Theil des Körpers iſt, ausüben, und blos die Gefäſse der untern Extremitäten und des Leibes müſſen ſich zuſammenziehen, um dem Druck einer Säule Blut von 5 bis 6 Fuſs Höhe Widerſtand zu leiſten. Man denke ſich das Verdeck plötzlich vernichtet, ſo werden das Blut und die Blutgefäſse mit gleicher Geſchwindigkeit fallen, das Blut kann alſo nicht mehr gegen die Gefäſse drükken, und folglich wird nun die Kraft, welche die Gefäſse zuſammenzog, das Blut in das Gehirn hinauf preſſen, mit einer der anfänglichen Höhe der Blutſäule proportionalen Stärke. Gerade ſo muſs, während das Schiff herabgeht, ein Menſch, der auf dem Verdecke ſteht, einen verminderten Druck des Bluts gegen die Blutgefäſse, und folglich eine partielle Reaction auf das Gehirn empfinden, und dieſe Reaction iſt es, welche durch tiefes Athemholen vermindert wird. Daher kömmt es denn auch, daſs Seekranke die horizontale Lage erleichternd finden.

Das Barometer ſteht im Schiffe, wenn das Meer ruhig iſt, mit dem am Lande unveränder. auf

gleicher Höhe. Sind dagegen Meer und Schiff in Bewegung, so sieht man, wenn das Schiff herabgeht, das Quecksilber in der Röhre steigen, weil dann ein Theil der Schwere des Quecksilbers darauf verwendet wird, es mit dem Schiffe herab zu bewegen; es würde daher in einer unten zugeschmolznen Röhre während dieser Zeit nicht mehr seinen ganzen Druck gegen die Grundfläche äussern. Eben so drückt unter denselben Umständen das Blut nicht mehr mit seiner ganzen Schwere nach unten, und wird durch dieselbe Elasticität der Gefässe in die Höhe getrieben, die zuvor ganz darauf verwendet wurde, es zu halten.

Das Uebelbefinden, welches das Schaukeln in dem erregt, der daran nicht gewöhnt ist, hat offenbar mit der Seekrankheit einerlei Ursache. Dieses Uebelbefinden tritt am stärksten ein, wenn man mit der Schaukel vorwärts heruntergeht, und dann gerade strebt das Blut am stärksten von den Füssen nach dem Kopf herauf zu treten, weil dann die gerade Linie zwischen den Füssen und dem Kopfe sich in der Richtung der Bewegung befindet. Rückwärts wird man dagegen in einer den Körper quer durchschneidenden Richtung herab bewegt, und daher wird in diesem Fall das Blut mit weniger Kraft nach dem Kopfe getrieben; und in diesem Falle ist in der That das Uebelbefinden geringer.

Das Regelmässige in der Bewegung der Schaukel schien mir für Beobachtungen über die Wirkung des Einathmens besonders günstig zu seyn. Zwar

war das Erleichternde eines tiefen Athemzuges hierbei nicht zu verkennen; doch muſs ich gestehn, daſs es sich in dem Grade nicht zeigte, in welchem ich es nach den Versuchen bei der Seekrankheit erwartet hatte. Vielleicht geschah das Herabsteigen zu schnell, als daſs das Einathmen eine hinlängliche Compensirung bewirken konnte. Doch bin ich noch geneigter zu glauben, daſs dieselbe mechanische Wirkung in den Eingeweiden vorgeht, und dann müſste in diesem Fall das Athmen, wie man leicht begreift, ohne Wirkung bleiben.

Einer meiner Freunde erzählte mir, er habe versucht, auch dieser mechanischen Wirkung auf den Magen mechanisch entgegen zu wirken, und es sey ihm gelungen, eine leichte Seekrankheit dadurch zu beschwichtigen, daſs er sich auf das Verdeck, mit dem Kopfe nach dem Vordertheile des Schiffs zu, legte, so daſs er beim Herabgehn des Schiffs sich in der Lage eines Menschen befand, der in der Schaukel rückwärts herab bewegt wird.

Es mag nun der Magen unmittelbar oder bloſs durch Sympathie mit dem Gehirn afficirt werden, so ist auf jeden Fall so viel gewiſs, daſs die Empfindung des Herabsinkens des Schiffs mit ihm in Beziehung steht; denn er wird dabei von einem so plötlichen Ekel ergriffen, daſs sich nur der einen Begriff davon machen kann, wer selbst seekrank gewesen ist.

Ich werde in der Meinung, daſs die Seekrankheit einem mechanischen Druck des Bluts auf das

Gehirn zuzuschreiben sey, noch mehr durch die Wirkung einer entgegengesetzten Art von Bewegung bestätigt, welche, indem sie das Blut zu schnell aus dem Kopfe entfernt, ein der Ohnmacht nahe kommendes Gefühl von Schwäche, Schwindel und eine merkbare Verminderung in der Muskelkraft zur Folge hat. Es traf sich einmal, dass ich nach einer grossen Ermüdung ziemlich lange lief, und mich dann unter einer sehr niedrigen Mauer setzte, um gegen einen starken Regen Schutz zu suchen. Als ich schnell aufstand, wurde ich von einem Schwindel ergriffen, der machte, dass ich sogleich in die erste Lage zurücksank, welches mir im Augenblicke Erleichterung gab, indem nun das Blut in den Kopf zurücktrat. Ich habe diesen Zufall seitdem häufig in einem schwächern Grade gehabt, und immer bemerkt, dass er eintrat, wenn ich nach einer Ermüdung mich hingelegt hatte, und mich schnell aufrichtete. Der Schwindel hört auf, wenn man die horizontale Lage wieder annimmt, und kömmt nicht wieder, wenn man sich weniger schnell aufrichtet.

3. *Von den heilsamen Wirkungen des Reitens und Fahrens.*

Nach der allgemeinen Meinung haben äussere oder leidende Bewegungen gewisse Vorzüge vor den andern Bewegungen. Indem ich die wahre Ursache dieser ihrer guten Wirkungen nachweise, hoffe ich die Beobachter auf eine nützliche bis jetzt nicht hin-

länglich bemerkte Unterscheidung einer heilsamen von einer oft schädlichen Bewegung aufmerksam zu machen. Denn obgleich in medicinischen Schriften der Ausdruck *gestation* sowohl vom Reiten als vom Fahren in Wagen mit Rädern gebraucht wird, und obgleich Sydenham die Vortheile dieser Bewegung, besonders der ersteren, vielleicht nur zu sehr gerühmt hat, — so ist es doch, so viel ich weiss, noch nicht nachgewiesen worden, worin die Vorzüge dieser Art sich Bewegung zu machen bestehen, und man schätzt, wie es mir scheint, besonders die Bewegung zu Wagen noch nicht nach ihrem wahren Werthe.

Es wird nur zu oft unter dem Ausdruck *Bewegung (exercice)* die thätige und freiwillige Entfaltung der Muskelkraft zusammengeworfen mit den Stössen, welche man bei dem Fahren in einem Wagen leidet; jene ermüdende Anstrengungen lassen sich aber nicht an die Stelle dieser angenehmen Bewegungen setzen, welche die Kräfte zu erhöhen geschickt sind, wenn sie nach der Constitution des Kranken und der Natur seines Uebelbefindens abgemessen werden.

Die folgende Erklärung, wie äussere Bewegung auf den Blutumlauf einwirkt, gründe ich auf eine Eigenthümlichkeit in der Structur des Venen-Systems, deren mechanischer Zweck sich nicht verkennen lässt. Es ist bekannt, dass die Klappen, die durch alle Blutgefässe dieser Klasse vertheilt sind, das Blut frey hindurch lassen, wenn es in seiner na-

türlichen Richtung durch irgend eine Bewegung angetrieben wird. Daher wird der Blutumlauf durch alle Arten sanfter Erschütterung befördert. Sie unterstützen das Herz bei jeder Anstrengung, die es zu machen haben könnte, um ein Hindernifs seiner Wirkung zu überwinden, und helfen dasselbe ein System restauriren, welches kurz zuvor gegen irgend einen heftigen Anfall zu kämpfen gehabt hat; auch verschafft man durch diese mäfsigen Stöfse dem Herzen eine Art von Ruhe in einer Arbeit, welche bei abzehrenden Krankheiten manchmal die Kräfte dieses Hauptorgans übersteigen. Und an der Erleichterung eines zum Leben so wesentlichen Organs müssen nothwendig alle grofsen Lebensfunctionen Antheil nehmen, und während dieser *thätigen Ruhe*, welche an die Stelle anstrengender Muskelbewegungen tritt, müssen alle Geschäfte der Secretion, Assimilation u. d. m., durch welche Mittel sie auch vor sich gehen mögen, sich erleichtert finden, ja selbst die Geistesfähigkeiten ungehemmter wirken.

Die heilsamen Folgen der Bewegung beim Fahren äufsern sich nicht blofs, wenn der Blutumlauf geschwächt ist, sie zeigen sich auch, wenn ein Ueberflufs an Materie ihn erschwert. Wenn das System der Blutgefäfse zu voll ist, findet sich in dem ganzen Systeme eine Spannung *(agitation)* und eine Empfänglichkeit für secondäre Eindrücke, welche man gewöhnlich mit dem Ausdruck *nervöser Zustand* bezeichnet. Die Seele wird einer anhaltenden Aufmerksamkeit unfähig, und erhält mehr oder

minder lästige oder angenehme Eindrücke, die ihre Quelle in einer Krankheit der Einbildungskraft haben. Besonders in den ersten Graden dieses angegriffenen Zustandes zeigt sich die Bewegung zu Wagen vortheilhaft. Einige Kranke beschreiben die heitere Ruhe, welche durch dieses Mittel allein an die Stelle ihrer Agitationen getreten ist, mit einem Wohlgefallen, welches ein Beweis der guten Wirkungen desselben ist. Sie gelangten wieder zu der Fähigkeit nachzudenken, und wenn ihre Einbildungskraft lebhafter als gewöhnlich blieb, führte sie ihnen angenehme und frohe Bilder vor.

Ein ähnlicher Blutüberfluſs hatte einen Mann und seine Freunde sehr besorgt gemacht, da sie glaubten, sein heftiges und sichtbares Herzschlagen entspringe aus irgend einem organischen Fehler. Man überredete ihn unverzüglich einen Arzt um Rath zu fragen, und führte ihn zu Wagen nach der Wohnung eines berühmten Arztes, den man nicht zu Hause fand. Da die Symptome durch das Fahren nicht bedenklicher geworden waren, suchte er den Arzt in zwei andern Häusern auf, die von dem erstern ziemlich entfernt waren, aber wieder umsonst. Das Herzschlagen hatte abgenommen, — man verschob daher den Besuch auf den folgenden Tag; der Patient fuhr ziemlich weit nach seinem Hause zurück, und als er hier ankam, fand sich, daſs die Bewegung, welche er gehabt, indem er mehrere englische Meilen auf dem Steinpflaster gefahren war, die beunruhigenden Symptome ganz

türlichen Richtung durch irgend eine Bewegung angetrieben wird. Daher wird der Blutumlauf durch alle Arten sanfter Erschütterung befördert. Sie unterstützen das Herz bei jeder Anstrengung, die es zu machen haben könnte, um ein Hinderniss seiner Wirkung zu überwinden, und helfen dasselbe ein System restauriren, welches kurz zuvor gegen irgend einen heftigen Anfall zu kämpfen gehabt hat; auch verschafft man durch diese mäßsigen Stöße dem Herzen eine Art von Ruhe in einer Arbeit, welche bei abzehrenden Krankheiten manchmal die Kräfte dieses Hauptorgans übersteigen. Und an der Erleichterung eines zum Leben so wesentlichen Organs müssen nothwendig alle grossen Lebensfunctionen Antheil nehmen, und während dieser *thätigen Ruhe*, welche an die Stelle anstrengender Muskelbewegungen tritt, müssen alle Geschäfte der Secretion, Assimilation u. d. m., durch welche Mittel sie auch vor sich gehen mögen, sich erleichtert finden, ja selbst die Geistesfähigkeiten ungehemmter wirken.

Die heilsamen Folgen der Bewegung beim Fahren äussern sich nicht bloss, wenn der Blutumlauf geschwächt ist, sie zeigen sich auch, wenn ein Ueberfluss an Materie ihn erschwert. Wenn das System der Blutgefässe zu voll ist, findet sich in dem ganzen Systeme eine Spannung *(agitation)* und eine Empfänglichkeit für secondäre Eindrücke, welche man gewöhnlich mit dem Ausdruck *nervöser Zustand* bezeichnet. Die Seele wird einer anhaltenden Aufmerksamkeit unfähig, und erhält mehr oder

minder lästige oder angenehme Eindrücke, die ihre Quelle in einer Krankheit der Einbildungskraft haben. Besonders in den ersten Graden dieses angegriffenen Zustandes zeigt sich die Bewegung zu Wagen vortheilhaft. Einige Kranke beschreiben die heitere Ruhe, welche durch dieses Mittel allein an die Stelle ihrer Agitationen getreten ist, mit einem Wohlgefallen, welches ein Beweis der guten Wirkungen desselben ist. Sie gelangten wieder zu der Fähigkeit nachzudenken, und wenn ihre Einbildungskraft lebhafter als gewöhnlich blieb, führte sie ihnen angenehme und frohe Bilder vor.

Ein ähnlicher Blutüberfluss hatte einen Mann und seine Freunde sehr besorgt gemacht, da sie glaubten, sein heftiges und sichtbares Herzschlagen entspringe aus irgend einem organischen Fehler. Man überredete ihn unverzüglich einen Arzt um Rath zu fragen, und führte ihn zu Wagen nach der Wohnung eines berühmten Arztes, den man nicht zu Hause fand. Da die Symptome durch das Fahren nicht bedenklicher geworden waren, suchte er den Arzt in zwei andern Häusern auf, die von dem erstern ziemlich entfernt waren, aber wieder umsonst. Das Herzschlagen hatte abgenommen, — man verschob daher den Besuch auf den folgenden Tag; der Patient fuhr ziemlich weit nach seinem Hause zurück, und als er hier ankam, fand sich, dass die Bewegung, welche er gehabt, indem er mehrere englische Meilen auf dem Steinpflaster gefahren war, die beunruhigenden Symptome ganz

verscheucht und dem Pulse und dem Schlagen des Herzens ihre natürliche Stärke wieder gegeben hatte; sehr glücklich hatte er also das Heilmittel gefunden, indem er nur den Arzt suchte.

So wie in diesem einzelnen Fall, so befördert überhaupt das Fahren die natürliche Bewegung des Bluts, und durch diese Art, sich Bewegung zu machen, wird, so zu sagen, die Hauptfeder der menschlichen Maschine aufgezogen. Zwar läſst sich bei dem Kunstreichen und Zusammengesetzten dieser Maschine nicht annehmen, daſs die innern Bewegungen derselben durch einen äuſsern mechanischen Einfluſs im Einzelnen regulirt werden könnten; aber alles, was die Energie des Lebensprincips zu vermehren und den Umlauf der Flüssigkeiten zu erleichtern strebt, muſs zur Erhaltung des Ganzen auf eine sehr wirksame Art beitragen.

Fast in allen Werken über chronische Krankheiten werden eine Menge Beispiele von dem Nutzen erzählt, den passive Bewegung, von welcher Art sie auch sey, zu Pferde, zu Wagen, zu Schiff, selbst auf der Schaukel, in diesen Krankheiten gehabt hat. In vielen Fällen lieſs sich die Heilung des Patienten *ausschlieſslich* der Erschütterung von Auſsen her zuschreiben, und ich glaube hier dargethan zu haben, daſs der erwünschte Erfolg groſsentheils daher rührte, daſs dem Herzen und den Arterien ihr Geschäft bei dem Blutumlaufe erleichtert wurde, indem die unzählig vielen kleinen Stöſse, welche sie, wenn man fährt, erhalten, ihnen zu Hülfe

kommen. Als Bestätigung dieser Ideen läſst sich die gute Gesundheit anführen, welche gewöhnlich Postillione, Schirrmeister und andere genieſsen, deren Geschäft es ist, sich fast täglich jeder unfreundlichen Witterung, zugleich aber auch dieser heilsamen Bewegung auszusetzen.

Daſs sich diese Bewegungen auf sehr verschiedene Arten verschaffen lassen, gewähret noch den Vortheil, daſs man jedesmal diejenige aufsuchen kann, welche nach dem Grade der Kraft des Kranken und nach seinen übrigen Verhältnissen die angemessenste ist. In manchen Beschwerden ist eine sanfte und anhaltende Bewegung weit wirksamer, als eine heftige und kurz dauernde; und unter solchen Umständen haben manchmal Seereisen über alle Erwartung vortheilhaft gewirkt.

III.

Resultate
verschiedener Versuche, angestellt, um die Größe der Kraftanwendung eines Menschen bei verschiedenen Arten von Tagarbeit zu bestimmen;

von

Coulomb, Mitgl. des Inst. *)

1.

Der menschliche Körper ist wegen der Biegsamkeit aller seiner Theile, die unendlich viele Lagen und Richtungen annehmen können, für die bequemste aller Maschinen für diejenigen zusammengesetzten Bewegungen zu halten, welche eine beständige Veränderung in den Graden des Drucks, der Geschwindigkeit und der Richtung erfordern. Die Schwäche des Menschen läßt sich leicht durch eine größere Anzahl ersetzen; er bedarf bei der Arbeit nur wenig Spielraum, und kann mit seinen Kräften

*) Aus den *Mémoires de l'Instit.* t. 1., für die Annalen übersetzt, noch während seines Aufenthalts in Halle, von Hrn. Müller in Breslau, der seitdem als Secretair der Gesellsch. zur Beförder. der Naturw. u. der Industrie Schlesiens, den Eifer für die physikalischen Wissenschaften, der ihn schon damals belebte, bewährt hat. *Gilbert.*

ökonomisiren; endlich sind die Mittel-Maschinen, woran er arbeitet, einfacher und leichter zu transportiren, als die, woran Thiere arbeiten: alles Gründe, warum die Anwendung seiner Kraft, selbst bei den einförmigsten Bewegungen, der Kraft der Thiere oft vorzuziehen ist.

Bei der Arbeit der Menschen oder Thiere ist zweierlei zu beachten: Erstlich die *Wirkung*, welche ihre Kraftanwendung hervorbringen kann, und zweitens die *Ermüdung*, die eine Folge dieser Anstrengung ist. Um den gröfsten Vortheil aus dem Gebrauch der Kräfte eines Menschen zu erhalten, muſs man die Wirkung möglichst vergröſsern, ohne die Ermüdung zu vermehren; folglich, wenn Wirkung und Ermattung durch Formeln ausgedrückt sind, die Werthe aufsuchen, welche das *Maximum* des Quotienten der Wirkung dividirt durch die Ermüdung geben.

2.

Die *Wirkung* einer jeden Arbeit läſst sich durch die Zahl ausdrücken, die herauskommt, wenn man das Gewicht des Widerstandes, den sie überwinden muſs, mit der Geschwindigkeit, mit der dieses geschieht, und mit der Zeit-Dauer der Anstrengung multiplicirt; oder, was dasselbe ist, wenn man das Gewicht des Widerstandes mit dem Raume multiplicirt, den das Gewicht in einer gewissen Zeit-Einheit durchläuft.

Bei einer jeden Maschine, bei welcher ein Gewicht ein anderes in gleichförmiger Bewegung mit

sich fortzieht, ist, der Theorie nach, das fallende Gewicht (die Kraft), multiplicirt mit dem Raum, den es durchfällt, gleich dem Gewicht, das gehoben wird, multiplicirt mit der Höhe, zu der es erhoben worden; und diese letzte Größe drückt die Wirkung aus. In der Praxis muss freilich diese Zahl, wegen der Reibung und der Mängel der Maschinen, immer kleiner seyn, als das Produkt aus dem Gewichte der Kraft in den Raum, den es durchfallen ist. Die Wirkung der Arbeit eines Menschen läßt sich also durch das Produkt des gehobnen Gewichts mit der Höhe, zu der es gehoben worden, messen.

3.

Um die Wirkung mit der *Ermattung* (*fatigue*) vergleichen zu können, welche der Mensch, während er jene hervorbringt, leidet, müssen wir die Ermüdung bestimmen, welche auf einen gewissen Grad von Anstrengung erfolgt. Unter der *Anstrengung* verstehe ich die Größe, welche herauskommt, wenn man den Druck, den der Mensch ausübt, mit der Geschwindigkeit und Zeit seiner Dauer multiplicirt *). Man kann diese Größe auch durch ein Gewicht

*) Was Herr Coulomb *quantité d'action* nennt, ist von dem Hrn. Uebers. bald durch Größe der Kraftaufwendung, bald durch Größe der Wirksamkeit, oder der Thätigkeit übersetzt worden, und ist dasselbe, was hier *Anstrengung* (*effort*) genannt wird. Sie ist also dem gleich, was man gewöhnlich *Effekt* nennt, multiplicirt mit der Zeit der Dauer der Action, welches von Hrn. Coulomb auch *effet total résultant du travail* genannt wird. Gilbert.

ausdrücken, welches von einer gewissen Höhe in einer gegebenen Zeit herabfällt. Wenn der Mensch während dieser Gröfse der Anstrengung die ganze Ermüdung fühlt, die er jeden Tag ohne Zerstörung seiner thierischen Oekonomie aushalten kann, so läfst sich aus dieser Gröfse der Anstrengung die *möglichst grofse Wirkung* bestimmen, welche er in einem Tage hervorbringen kann; oder, wenn man will, das Gewicht, das er zu einer gewissen Höhe in einem Tage zu erheben vermag. Es kömmt also alles darauf an, dafs man die Art und Weise auffindet, in der die verschiedenen Grade des Drucks, der Geschwindigkeit und die Zeit unter sich müssen verbunden werden, unter denen ein Arbeiter bei gleicher Ermüdung die gröfste Quantität von Anstrengung aushalten kann.

Daniel Bernoulli behauptete, die Ermüdung der Menschen richte sich immer nach der Gröfse ihrer Anstrengung, so, dafs wenn diese Anstrengung nicht ihre Kräfte übersteige, man nach Belieben die Geschwindigkeit, den Druck und die Zeit verändern könne, und dafs daher, wenn das Produkt dieser drei Gröfsen constant sey, immer ein und derselbe Grad der Ermüdung entstehen werde. Er fügt noch hinzu, der Mensch werde, auf welche Art er seine Kräfte auch brauche, immer bei ein und demselben Grad der Ermüdung, dieselbe Gröfse der Anstrengung erreicht, und folglich auch dieselbe Wirkung geleistet haben. Die Tages-Arbeit eines Menschen, die Arbeit mag seyn, wel-

che fie wolle, fchätzt er auf ein Gewicht von 1728000 par. Pfunde, das 1 par. Fuſs hoch gehoben wird; oder was eins ift, auf ein Gewicht von 274701 Kilogramme, 1 Meter hoch gehoben *).

Défaguliers und der gröſste Theil der Schriftfteller, welche bei der Berechnung der Mafchinen die Kraft-Anftrengung der Menfchen in Rechnung gebracht haben, nehmen beinahe diefelben Refultate an. Es ift aber zu bemerken, daſs die Verfuche, womit fie diefelben belegen, nur immer einige Minuten gedauert haben, und daſs Menfchen auf einige Minuten einer Gröſse von Anftrengung fähig find, die fie nicht täglich eine Stunde hindurch auszuhalten vermögen, daher fich aus diefen Verfuchen kein ficherer Schluſs ziehen läſst.

Wen indeſs gleich die Ermüdung nicht, wie Bernoulli fagt, der Gröſse der Anftrengung proportional ift, fo wird doch die Formel, wodurch fie ausgedrückt wird, immer eine Function des ausgeübten Druckes, der Gefchwindigkeit des Druck-Momentes, und der Zeit der Arbeit feyn müffen. Es laffen fich alfo in der Formel diefe drei Gröſsen fo verbinden, daſs bei gleicher Ermüdung die Quantität der Handlung das *Maximum* wird; und diefes giebt die gröſste Wirkung, welche ein Menfch in einem Tage hervorbringen kann.

*) *Mém. qui ont remporté le prix de l'Acad.* etc. tome VIII. p. 7. *C.* Das Kilogramm ift bekanntlich gleich 2,043 par. Pfunden, und der Meter 3,078 par. Fuſsen.

Diese Combination ist verschieden nach den verschiedenen Arten, wie der Mensch seine Kräfte anwenden kann. Um daher bei jeder Arbeit die möglichst gröfste Wirkung zu erhalten, kömmt es darauf an, die Gröfse zu kennen, welche das Maximum der Anstrengung in Rücksicht der Ermüdung ausdrückt; und sie mufs der Hauptgegenstand der gegenwärtigen Untersuchung seyn. Die Bestimmung dieser Gröfse ist um desto interessanter, da, wenn man sie einmal kennt, die Elemente derselben, (nämlich die Geschwindigkeit, der Druck und die Zeit,) sich der Theorie der gröfsten und kleinsten Werthe entsprechend, merklich verändern lassen, ohne dafs die Ermüdung um ein Merkliches vermehrt wird.

4.

Von der Gröfse der Anstrengung, welche ein Mensch in einem Tage aushalten kann, wenn er einen Wall oder eine Treppe mit oder ohne Last ersteigt.

Bei einer Treppe, die nicht über 20 bis 30 Meter hoch ist, lassen sich in jeder Minute recht gut 14 Meter ersteigen. Das Gewicht des Menschen, multiplicirt mit der Höhe, zu der er gestiegen ist, giebt die Gröfse der Anstrengung, die er bei dieser Arbeit in einer Minute gelitten hat; sie ist, (das mittlere Gewicht eines Arbeiters zu 70 Kilogrammen gerechnet,) $70 \times 14 = 980$ Kilogrammen, 1 Meter hoch gehoben.

Könnte der Mensch täglich 4 Stunden hindurch diese Arbeit aushalten, so würde seine tägliche Anstren-

gung sich durch ein Gewicht von 235200 Kilogrammen, das 1 Meter hoch gehoben wird, ausdrücken lassen. Diese Annahme ist aber nur hypothetisch; denn 4 Stunden hindurch kann er diese Anstrengung nicht aushalten, da er seine Geschwindigkeit vermindern muss, wenn er über 30 oder 40 Meter hoch steigen will.

Um das Maass der Anstrengung zu erfahren, welche Menschen bei dieser Art von Arbeit in einem Tage aushalten können, wollte ich, dass sie eine Treppe, die bequem in einem Felsen ausgehauen und 150 Meter hoch war, und welche ich sie oft ohne Last in 20 Minuten hatte ersteigen sehn, 18 Mal in einem Tage ersteigen sollten, wozu sie nach meiner Rechnung nur 6 Stunden würden gebraucht haben. Sie wollten sich aber zu dieser Arbeit, die ihnen eben so lächerlich als beschwerlich vorkam, nicht verstehn, ob ich ihnen gleich ein volles Tagelohn dafür zur Bezahlung anbot.

Was ich auf diese Art nicht erhalten konnte, leistete mir der authentische Bericht des Herrn Borda über die Ersteigung des Pic von Teneriffa. Ich konnte hierzu aber nur die erste Tagereise brauchen, in der die Reisenden 2923 Meter hoch stiegen, auf einem Wege, der sich auch zu Pferde machen läst; denn der Weg, den sie während der zweitrn Tagereise durchwanderten, war wegen der Steile des Bergs und wegen der vielen losen Steine, die ihnen unter den Füssen wegrollten, allzu beschwerlich.

Hr. Borda hatte acht Menschen als Begleiter mit, die diesen Berg zu Fuss erstiegen: 3 Führer, 2 Menschen, welche die Boussolen, Barometer und Thermometer trugen, deren Last er auf jeden 7 bis 8 Kilogrammen schätzt; 2 Menschen, welche die belasteten Pferde leiteten, und einen Reisenden, den Sohn des Arztes Lalouette zu Paris. Als die Fussgänger die erste Tagereise zurückgelegt hatten, stiegen sie wieder 50 Meter herab, um Holz zu suchen; die Anstrengung dieser Reise hatte also ihre Kräfte nicht ganz erschöpft. Diesen Weg von 2923 Meter hatten sie von 9 Uhr des Morgens bis 5¼ Uhr des Nachmittags zurückgelegt, und während dieser Zeit ¾ Stunden Halt gemacht, um ihr Mittagsessen einzunehmen; sie hatten also 7½ Stunden gebraucht, um diesen Weg zurückzulegen. Noch ist zu erwähnen, dass die meisten dieser Männer Seeleute waren, die an starke Märsche nicht gewöhnt sind.

Nehmen wir an, dass diese Menschen durch das Ersteigen der Höhe ihre Kräfte so sehr, als sie es in einem Tage nur vermochten, angestrengt haben, so würde die Grösse ihres Kraftaufwandes für einen Tag 70 × 2923 = 204610 Kilogrammen seyn, die 1 Meter hoch gehoben werden. Da sie bei diesem Steigen zugleich 20000 Meter nach horizontaler Richtung zurücklegten, so verschwendeten sie darauf einen grossen Theil ihrer Kräfte unnützer Weise, den sie beim Ersteigen einer bequemen Leiter von derselben Höhe würden

erspart haben, da sie auf ihr nur 8 bis 9000 Meter horizontal hätten zurücklegen dürfen. Ohne mich hier auf die Verbindung der senkrechten und der horizontalen Bewegung beim Steigen einzulassen, will ich annehmen, ein Mensch könne wirklich in einem Tage nicht höher als 2923 Meter steigen. Daraus würde dann folgen, dass die Grösse seiner Anstrengung bei dieser Art von Tagesarbeit, in runder Zahl ausgedrückt, einem Gewicht von 205 Kilogrammen gleich zu schätzen sey, welches 1 Kilometer hoch gehoben wird.

Es erhellt aus dem Gesagten, dass dieses *Maximum* der Anstrengung, welche der Mensch beim Ersteigen einer solchen Höhe, ohne Last, auszuhalten vermag, kleiner angenommen ist, als es wirklich seyn kann. Und dieses geschieht mit Fleiss, weil ein Mensch diese Grösse der Anstrengung bei keiner Tagesarbeit, die er mit den Händen, oder an Maschinen verrichtet, auszuhalten fähig ist.

Diese Grösse der Anstrengung müssen wir nun mit der vergleichen, welch ein Mensch aushalten kann, wenn er beim Steigen eine *Last* trägt.

Ich habe oft Heizholz 12 Meter hoch tragen lassen, aber ein und derselbe Arbeiter wollte in einem Tage nie mehr als 6 *Voies* (3 Klaftern) Holz zu dieser Höhe herauftragen, ob ich ihm gleich einen Frank für eine *Voie* bezahlte. Ob er gleich eine mehr als gewöhnliche Stärke besass, versicherte er doch, dass er eine solche Arbeit nicht mehrere Tage hindurch aushalten könne.

Man kann alfo 6 *Voies* Holz als die gröfste Laft anfehn, welche ein Menfch 12 Meter hoch an einem Tage herauftragen kann.

Die *Voie* Holz *) wog, im Mittel, [illegible] Kilogramme; im Durchfchnitt brauchte er zum Herauftragen einer Voie 11 Gänge; denn die erften trug er in 10, die letztern in 12 Gängen. Bei einem Gange trug er alfo im Mittel [illegible] Kilogramme, wofür man 68 Kilogramme annehmen kann, wenn man das Gewicht der Tragleiter mitrechnet. Nehmen wir hierzu das Gewicht des Körpers, den ich zu 70 Kilogrammen anfchlagen will, fo ift die Gröfse der Anftrengung für einen folchen Gang = 138 Kilogramme, 12 Meter hoch gehoben; und da der Arbeiter 66 folche Gänge an einem Tage machte, fo ift die Gröfse feiner Anftrengung bei diefer Tages-Arbeit, gleich 138 × 66 × 12; oder, was eins ift, gleich einem Gewichte von 109 Kilogrammen einen Kilometer hoch gehoben.

Die Gröfse einer Tage langen Anftrengung, welche ein Menfch, der ohne Laft eine Treppe fteigt, auszuhalten vermag, verhält fich alfo zu der, deren er fähig ift, wenn er fie mit einer Laft von 68 Kilogrammen befteigt, wie 138 zu [illegible], (oder [illegible] diefes Verhältnifs, wie wir gefehen haben, zu klein ift,) wohl richtiger wie [illegible] zu [illegible]. Diefes Refultat,

*) Die parifer *Voie* Brennholz war 4 par. Fufs breit und [illegible] Fufs hoch, und die Scheitlänge betrug 3 Fufs [illegible] Zoll, fie war alfo nicht ganz eine halbe unferer Klaftern [illegible] langen Scheitholzes. G.

bei dem ich noch immer die Grösse der Anstrengung eines Menschen, der ohne Last eine Treppe steigt, gegen die, wenn er sie mit einer Last besteigt, zu gering angenommen habe, widerspricht ganz der Behauptung Daniel Bernoulli's und derer, die ihm gefolgt sind, der zu Folge, so fern die Lasten nur nicht die körperlichen Kräfte übersteigen, die Grösse der Anstrengung bei einer Tagesarbeit immer eine constante Grösse seyn soll.

Ich habe bei dieser Berechnung die Grösse der Anstrengung, die auf das Herabsteigen der Treppe verwendet wurde, nicht in Anschlag gebracht; denn der Weg, den die Arbeiter hierbei durchliefen, betrug nur 1800 Meter, und nach ihrem Geständniss ist das Herabsteigen nicht beschwerlicher, als das Gehen auf ebner Fläche, auf der man zum wenigsten in einem Tage 50000 Meter zurücklegen kann. Die Ermüdung, die das Herabsteigen verursacht, kann daher nicht über den 25sten Theil der Tagesarbeit geschätzt werden, und man kann sie um desto mehr ausser Acht lassen, da die Grösse der Tagelangen Anstrengung des Menschen, der das Holz heraufträgt, viel zu gross gegen die eines Menschen angenommen ist, der ohne Last die Treppe ersteigt.

5.

Bei dieser Art Arbeit bietet sich eine interessante Bemerkung in Rücksicht der *nützlichen Wirkung der Arbeit* dar. Ein Mensch, der eine Last trägt, trägt nicht nur diese, sondern auch sein

eignes Gewicht, und da er bei jedem Gange wieder leer zurücksteigt, so besteht die nützliche Wirkung seiner Anstrengung nur in dem Transport der Last. Aus dem Vorhergehenden folgt aber, daſs in dem Maaſse, als sich die Last vermehrt, die Total-Gröſse der Tages-Anstrengung sich vermindert, und null seyn würde, wenn die Last 150 Kilogramme betrüge, unter welchem Gewicht er sich kaum bewegen könnte. Wenn aber auf der andern Seite der Mensch ohne Last steigt, so ist die nützliche Wirkung null, wenn auch die Total-Gröſse seiner Tagesthätigkeit das Maximum aller Thätigkeits-Gröſsen ist, die er durch seine Tagesarbeit liefern kann. Zwischen diesen beiden Gränzen der Thätigkeit muſs es also für das Gewicht der Last ein solches Maaſs geben, wobei die nützliche Wirkung der Tagesarbeit ihr *Maximum* erlangt. Dieses Maaſs des Gewichtes zu bestimmen, ist sehr interessant.

Um hierzu zu gelangen, bedürfen wir einer Formel für die Gröſse der Tagesthätigkeit, welche ein Mensch unter verschiedenen Lasten leisten kann. Zum wirklichen Gebrauch langt hierzu schon eine einfache Formel zu, die sich der Wahrheit nähert, und auf diese Art wird es leicht seyn, die Last zu bestimmen, bei der die nützliche Wirkung ihr *Maximum* erreicht.

Wir haben gesehen, daſs die Tagesthätigkeit eines Menschen, der eine Treppe ohne Last ersteigt, gemessen wird durch ein Gewicht von 205 Kilogrammen, das 1 Kilometer hoch gehoben wird; die Ta-

gesthätigkeit dagegen eines Menschen, der sie mit einer Last von 68 Kilogrammen besteigt, durch ein Gewicht von 109 Kilogrammen, das 1 Kilometer hoch gehoben wird. Zieht man die letztere Zahl von der ersten ab, so finden wir, dass eine Last von 68 Kilogrammen, die der Mensch trägt, die Grösse seiner Tagesthätigkeit um ein Gewicht von 96 Kilogrammen, 1 Kilometer hoch gehoben, vermindert.

Nehmen wir bei dieser Untersuchung an, dass die Abnahme der Grösse der Thätigkeit proportional sey der Zunahme der Lasten, was nicht weit von der Wahrheit abliegen kann, so werden beide immer durch das Verhältniss von 96:68 bestimmt werden; und wenn P irgend eine Last bedeutet, so giebt folgende Proportion die durch sie bewirkte Abnahme der Thätigkeitsgrösse, $68:96 = P:\frac{96}{68}.P$, und diese Abnahme der Thätigkeitsgrösse ist also gleich $\frac{96}{68} P = 1{,}41\ P$; oder gleich 1,41 Kilometer multiplicirt mit P.

Da die Thätigkeitsgrösse eines Menschen beim Steigen einer Treppe gleich ist 205 Kilogrammen, die 1 Kilometer hoch gehoben werden, so finden wir die *Grösse der Tagesthätigkeit, die er unter der Last P leisten kann*, $= 205 - 1{,}41\ P$, wobei 1,41 die Höhe in Kilometer ausgedrückt ist, zu der die Last P erhoben wird.

Wenn h die Höhe andeutet, die ein Mensch mit der Last P in einem Tage ersteigen kann, so wird Ph die nützliche Wirkung seiner Arbeit und

$(70+P)h$ die Totalgröſse der von dem Menſchen geäuſserten Thätigkeit ſeyn, wenn ſein eigen Gewicht gleich 70 Kilogrammen iſt. So haben wir die Gleichung:

$$(70+P)h = 205 - 1,41\,P$$

Die Formel für die *nützliche Wirkung*, die aus ihr flieſst, iſt

$$Ph = \frac{(205 - 1,41\,P)}{70+P}P.$$

Nehmen wir $a = 205$, $b = 1,41$, $Q = 70$, ſo wird ſie zu folgender Formel:

$$Ph = \frac{(a - bP)P}{Q+P}.$$

Um in dieſer Formel für Ph das *Maximum* zu finden, müſſen wir das Differentiale der Gröſse Ph gleich o ſetzen, wo denn folgender Werth für P herauskommt: $P = Q\left(\left(1+\frac{a}{bQ}\right)^{\frac{1}{2}} - 1\right)$.

Setzen wir ſtatt a, b, Q, Zahlen, ſo finden wir $P = 0,754\,Q = 53$ Kilogramme.

Setzt man in der Formel $Ph = \frac{(205 - 1,41\,P)P}{70+P}$, welche die nützliche Wirkung giebt, $P = 53$ Kilogr., ſo wird $Ph = 56$ Kilogr., 1 Kilometer hoch gehoben. So viel leiſtet alſo ein Menſch, der eine Laſt in die Höhe trägt und wieder herabſteigt, um eine neue zu holen, an *nützlicher Arbeit*; indeſs die Thätigkeitsgröſse eines Menſchen, der ohne Laſt ſteigt, auf den Tag 205 Kilogramme beträgt, die 1 Kilometer hoch gehoben werden. Es folgt hieraus, daſs bei dieſer Art von Arbeit beinah drei Viertheile

des Kraftaufwandes der Menschen unnöthig verschwendet werden, und sie also viermal mehr kostet, als eine Arbeit kosten würde, bei der der Arbeiter, nachdem er eine Treppe ohne Last erstiegen hat, sich auf irgend eine Art herabsenkte und so eine mit dem Gewicht seines Körpers fast gleiche Last in die Höhe zöge.

Um uns zu überzeugen, daſs die Voraussetzung, die Abnahme der Thätigkeitsgröſse sey den Lasten proportional, — ohne bedeutende Irrthümer für den Gebrauch ist, dürfen wir nur untersuchen, ob die von einem Menschem in einem Tage zu leistende, und durch die Formel (205 — 1,41 P) bestimmte Thätigkeitsgröſse, auf dem Punkt, wo sie 0 wird, (weil der Mensch mit einer gröſsern Last beladen ist, als er tragen kann), eine Gröſe giebt, die sich der nähert, welche die Erfahrung zeigt. Man setze also $205 - 1{,}41\ P = 0$; dann wird $P = 145$ Kilogramme. Dieses ist wirklich das gröſste Gewicht, welches ein Mensch von mittlerer Stärke nur eine kleine Strecke weit forttragen kann.

Es erhellt also aus diesem Resultat, daſs die Formel, welche wir aus der Erfahrung gezogen haben, um das *Maximum* der nützlichen Wirkung zu bestimmen, welche ein Mensch beim Steigen unter irgend einer Last leisten kann, sowohl dem *Maximum* der totalen Thätigkeit eines Menschen, der ohne Last steigt, als auch dem *Minimum* der Thätigkeit, wenn er mit einer ihm zu schweren Last

beladen ist, und nicht minder der mittlern Gröſse von 68 Kilogrammen entspricht, welche, wie die Erfahrung lehrt, die gewöhnliche Last ist, die dergleichen Arbeiter zu tragen pflegen.

In dieser Untersuchung haben wir gefunden, daſs ein Mensch, der dieses Maximum der nützlichen Arbeit hervorbringen will, auf jedem Gange nur 53 Kilogramme tragen muſs; in unsern wirklich angestellten Versuchen beschwerte sich aber der Arbeiter, wie wir gesehen haben, mit 68 Kilogrammen. Die Ursachen dieser Verschiedenheit zwischen den Resultaten des Calculs und der Erfahrung verdienen untersucht zu werden.

Das Erste, was zu bestimmen ist, ist der Unterschied, der für die nützliche Wirkung der Arbeit entspringt, wenn wir statt des Gewichts von 53 Kilogrammen, eins von 68 Kilogrammen nehmen.

Der Arbeiter machte, wie ich erzählt habe, 66 Gänge; bei jedem Gange trug er eine Last von 68 Kilogrammen, 12 Meter hoch; dieses giebt also für die Gröſse der nützlichen Thätigkeit $12 . 66 . 68 = 53.86$ Kilogramme, 1 Kilometer hoch gehoben. In dem vorhergehenden Artikel haben wir gefunden, daſs wenn die Last 53 Kilogramme betrug, die nützliche Wirkung ein *Maximum* und gleich 56 Kilogrammen wär, die 1 Kilometer hoch gehoben werden. Diese Gröſse ist um $\frac{1}{26}$tel gröſser, als die, welche der Mensch leistet, wenn er mit einer Last von 68 Kilogrammen beladen ist.

6.

Vergleichung der Thätigkeitsgröſse, welche ein Menſch erreichen kann, wenn er einen horizontalen Weg mit oder ohne Laſt geht.

Ohne eine Laſt können die Menſchen mehrere Tage hindurch jeden Tag leicht einen Weg von 50 Kilometern machen. Nimmt man das mittlere Gewicht des Menſchen zu 70 Kilogrammen an, ſo giebt dieſes für die Tagesthätigkeit bei dieſer Art Arbeit eine Gröſse von 70 × 50 = 3500 Kilogramme, die 1 Kilometer weit getragen werden.

Als ich bei dem Ausziehen aus einem Logis in ein anderes, 2 Kilometer davon entferntes, bei jedem Gange meine Träger jeden mit einem Gewicht von 58 Kilogrammen belaſtete, behaupteten ſie, ſie könnten nur 6 Gänge in einem Tage machen, und eine ſolche Arbeit nicht 2 Tage hinter einander aushalten.

Rechnet man zu der Laſt, welche ſie 2 Kilometer weit bei jedem Gange fortbrachten, das Gewicht ihres Körpers mit 70 Kilogrammen, ſo beträgt die ganze Laſt 128 Kilogramme, welche ſie 6 . 2 = 12 Kilometer weit trugen. Die Gröſse der Tagesthätigkeit, die ſie bei dieſer Arbeit lieferten, betrug alſo 1536 Kilogramme, die 1 Kilometer weit getragen wurden.

Zu dieſer Gröſse muſs man noch die Anſtrengung auf dem Rückgange, der ebenfalls 12 Kilometer lang war, rechnen. Da ſie auf dieſem Wege leer gehen, und ein Menſch in einem Tage einen

Weg von 50 Kilometern zurücklegen kann, so verwendeten sie auf diesem Rückgange beinah den vierten Theil ihrer Tagesthätigkeit. Die gefundnen 1536 Kilogramme machen folglich nur $\frac{3}{4}$ dieser Grösse aus, und man kann also die ganze Summe dieser Tagesthätigkeit gleich setzen einem Gewicht von 2048 Kilogrammen, das 1 Kilometer weit getragen wird.

Die Grösse der Tagesthätigkeit, wenn der Mensch leer geht, verhält sich also zu der, wenn er ein Gewicht von 58 Kilogrammen trägt, wie 3500 zu 2048, das ist beinah wie 7 zu 4.

Was das Maximum dieser Arbeit betrifft, so sagten mir die stärksten Träger auf meine Nachfrage, dass sie 44 Kilogramme, 18 bis 20 Kilometer weit tragen könnten. Rechnet man zu diesen 44 Kilogrammen noch 70 für das Gewicht ihres Körpers, so lässt sich das Maximum ihrer Tagesthätigkeit bei dieser Arbeit durch ein Gewicht von 2166 Kilogrammen ausdrücken, das 1 Kilometer weit getragen wird. Dieses Resultat kömmt dem vorigen so nahe, dass wir nicht befürchten dürfen, uns zu weit von der Wahrheit zu entfernen, wenn wir annehmen, dass ein Mensch, wenn er auf einem horizontalen Weg eine Last von 58 Kilogr. trägt, eine Tagesthätigkeit liefern könne, die gleich ist einem Gewichte von 2000 Kilogrammen, das 1 Kilometer weit getragen wird.

Es kömmt nun darauf an, nach der vorhergehenden Erfahrung die Grösse der Last zu bestim-

men, unter welcher der Menſch, bei gleicher Ermüdung, die gröſste nützliche Wirkung hervorbringen kann. Dieſe letzte miſst ſich durch die Laſt, multiplicirt mit der Weite, zu der ſie getragen wird, und das Gewicht des eignen Körpers iſt für ſie immer ein reiner Verluſt.

Zuerſt iſt der Verluſt der Thätigkeitsgröſse zu beſtimmen, welcher durch die Laſt bewirkt wird.

Die Tagesthätigkeit eines Menſchen, der ohne Laſt 50 Kilometer in einem Tage zurücklegt, iſt gleich einem Gewicht von 3500 Kilogrammen, 1 Kilometer weit getragen. Iſt er mit einer Laſt von 58 Kilogrammen beſchwert, ſo iſt ſie gleich 2000 Kilogrammen, 1 Kilometer weit getragen. Die Gröſse des Verluſtes, den die Summe der Thätigkeit durch eine Laſt von 58 Kilogrammen erleidet, iſt alſo gleich einem Gewicht von 1500 Kilogrammen, 1 Kilometer weit getragen.

Wenn wir den *Verluſt der Thätigkeit* der Laſt proportional annehmen, die Laſt mit P, und den durch ſie bewirkten Verluſt der Thätigkeit mit x bezeichnen, ſo haben wir $1500 : x = 58 : P$, alſo

$$x = \frac{1500\,P}{58} = 25{,}86\,P.$$

Es iſt alſo die *Gröſse der Thätigkeit eines Menſchen*, der eine Laſt P trägt, $= 3500 - 25{,}86\,P$. Die Gröſsen dieſer Formeln bedeuten die Anzahl der Kilogramme, die 1 Kilometer weit getragen werden.

Suchen wir aus dieſer Formel das gröſste Gewicht, das ein Menſch tragen kann, ſo müſſen wir

den Ausdruck der Gröſse der Thätigkeit, 3500 — 25.86 P = 0 machen, und dann wird P = 135,4 Kilogramme. Dieses Gewicht ist wirklich das, welches Menschen von mittelmäſsiger Stärke nur eine sehr kurze Zeit tragen können.

Die Last, unter welcher ein Mensch bei dieser Art Arbeit das *Maximum* der nützlichen Würkung liefern kann, läſst sich folgendermaſsen bestimmen:

Gesetzt, der Mensch könne unter der Last P, in einem Tage den Raum l durchlaufen, so wird die Gröſse seiner Thätigkeit = (P + Q) l seyn, wenn wir Q = 70 Kilogramme (dem Gewicht seines Körpers gleich) annehmen. Vorhin fanden wir diese Gröſse = (3500 — 25 . 86 P). Hieraus findet sich die nützliche Wirkung dieser Arbeit, oder P l, $= \frac{(3500 - 25.86 P) P}{P + Q}$. Um das *Maximum* dieser nützlichen Wirkung zu finden, müssen wir das Differentiale dieser Gröſse = 0 machen; und dieses giebt, wenn 3500 = a und 25,86 = b gesetzt wird, wie oben S. 61. $P = Q\left(\left(1 + \frac{a}{bQ}\right)^{\frac{1}{2}} - 1\right)$. Substituiren wir in dieser Gleichung die Zahlen; so haben wir P = 0,72 Q = 50,4 Kilogramme.

Da bei dieser Art von Arbeit die Träger gewöhnlich nach der Transportirung einer Ladung wieder leer zurückgehen, um eine neue zu holen, so müssen wir auch für diesen Fall die Quantität der Last bestimmen, bei der sie das Maximum der nützlichen Arbeit leisten können. Für den Fall, daſs l = 50 Kilometer, d. h. dem Wege gleich ist, den ein

Mensch ohne eine Last x einen Tage durchlaufen kann, und Q = 70 Kilogrammen, [illegible] dem Gewicht seines Körpers, ist QI die Größe der Wirkung, welche er ohne eine Last in einem Tage leisten. Legt er aber nur ohne Last den Weg x zurück, der kleiner ist als I, so wird Q x nur ein Theil seiner Tagesthätigkeit seyn. Dividirt man diesen Theil der Arbeit durch ihre Totalsumme QI, so wird $\frac{Qx}{QI}$ oder $\frac{x}{I}$ die Portion einer Tagesthätigkeit ohne Last seyn, deren Einheit die Totalität dieser Thätigkeit ist; denn wenn x = I wird, so ist $\frac{x}{I}$ gleich der Einheit.

Da aber hier der Mensch denselben Weg x beladen und unbeladen durchgeht, und da seine Tagesthätigkeit, wenn er eine Last, P, trägt, = 3500 − 25,86 P ist, so wird, weil der Theil seiner Tagesthätigkeit, die er unter dieser Last P äufsert, durch (P + Q) x dargestellt ist, die Vergleichung dieser Gröfse mit der Thätigkeitsgröfse des ganzen Tages die Portion der Tagesthätigkeit angeben, die er unter dieser Last wird geleistet haben. So werden wir für diese Portion der Arbeit haben $\frac{(P+Q)x}{3500 - 25,86P}$;

und da die Summe der Arbeit des beladenen Menschen, und die der Arbeit desselben Menschen, wenn er unbeladen geht, der Arbeit des ganzen Tages gleichen mufs, so haben wir

$$\frac{x}{I} + \frac{(P+Q)x}{3500 - 25,86P} = 1$$

Da $Ql = 3500$ ist, so entsteht, wenn wir $h = 25,86$ Kilometer nehmen, die Gleichung $Px = \frac{P(Ql^2 - hlP)}{2Ql + P(l-n)}$; worin Px die Portion der Thätigkeit ist, welche der nützlichen Wirkung gleich ist, die ein Mensch in einer Tagesarbeit leisten kann.

Um die Formel zu vereinfachen, mache ich $a = Ql^2$, $b = hl$, $c = 2Ql$, $f = l - n$; so ist $Px = \frac{aP - bP^2}{c + fP}$. Differentiirt man nun das zweite Glied und setzt man das Differential gleich 0, so erhalten wir zur gehörig geordneten Formel $ca - 2bcP - bfP^2 = 0$, und hieraus ergiebt sich $P = \frac{c}{f}\left(\left(1 + \frac{fa}{bc}\right)^{\frac{1}{2}} - 1\right)$. Setzen wir die Zahlen statt der Buchstaben, so haben wir $f = l - n =$ [illegible]; $a = Ql^2 = 70.50^2 = 175000$; $b = hl =$ [illegible]; $2Ql = 2.70.50 = 7000$. Aus diesen bestimmten Werthen erhalten wir $P = 61,25$ Kilogrammen.

Diefs ist beinah dieselbe Last, welche Menschen von mittlerer Stärke auf sich laden, wenn sie in einem Tage mehrere Gänge von einer großen Distanz machen müssen. Auf diese Art bleibt also kein Zweifel über die Genauigkeit der Elemente, aus denen dieses Resultat ist hergeleitet worden.

Wollen wir nach diesem Werth von $P = 61,25$ Kilogrammen, das Maximum der nützlichen Wirkung berechnen, welches ein Mensch bei dieser Art von Arbeit liefern kann, so müssen wir in der Formel $Px = \frac{aP - bP^2}{c + fP}$, $P = 61,25$ setzen; wir finden

denn P x = 692,4 Kilogramme, die 1 Kilometer weit fortgetragen werden.

Setzen wir in dieser Formel statt P, das Gewicht von 58 Kilogrammen, mit welchem wir zu Anfang den Menschen beladen annahmen, so wird die Größe seiner nützlichen Wirkung P x = 691 Kilogramme, 1 Kilometer weit transportirt. Nehmen wir P = 65 Kilogrammen, so ist P x = 690 Kilogramme, 1 Kilometer weit getragen. Man sieht also, daſs eine Vermehrung oder Verminderung der Last von 4 bis 5 Kilogrammen in dem Maximum der nützlichen Wirkung nur unmerkliche Unterschiede hervorbringt.

Die Thätigkeitsgröſse eines unbeladen gehenden Menschen, die gleich 3500 Kilogrammen ist, verglichen mit dem *Maximum* der nützlichen Wirkung dieser Arbeit, giebt also, wenn wir diese zu 692,4 Kilogramme, 1 Kilometer weit getragen, schätzen, das Verhältniſs von 505 zu 100, das sich dem von 5 zu 1 sehr nähert. Die Gröſse der nützlich verwandten Thätigkeit beträgt daher bei dieser Art von Arbeit nur den fünften Theil von der, welche der unbeladen gehende Mensch leistet.

Die Gröſsen der Thätigkeit sind beim *Steigen* einer Treppe und beim *Gehen* auf einem horizontalen Wege verschiedenartig. Im ersten Falle muſs der Mensch bei jedem Schritt den Schwerpunkt seines Körpers um eine Stufe hoch erheben; im zweiten Fall wird seine Bewegung durch seine Schwere nicht vermindert, er braucht bloſs ein Bein nach

dem andern aufzuheben und dem Schwerpunkt, der unbeträchtlich steigt und fällt, eine oscillirende Bewegung von 2 oder 3 Millimetern zu geben. Ungeachtet dieser Verschiedenartigkeit der Thätigkeit ist es doch interessant, eine Vergleichung zwischen der Höhe, zu welcher der Mensch in einem Tage seinen Schwerpunkt erheben kann, und der Länge des horizontalen Weges, den er bei gleicher Ermüdung zurücklegt, aufzusuchen. Hiezu sind uns die Resultate der vorher gegangenen Berechnungen und Erfahrungen behülflich.

205 Kilogramme, 1 Kilometer hoch gehoben, drückten die Grösse der Tagesthätigkeit eines Menschen aus, der ohne Last eine Treppe ersteigt; und 3500 Kilogramme, 1 Kilometer weit transportirt, diese Grösse, wenn er ohne Last auf einem horizontalen Wege geht. Beide Grössen verhalten sich beinah wie 1 zu 17.

Die gewöhnliche Höhe einer Treppenstufe ist ungefähr 135 Millimeter, und ihre Breite ungefähr das Dreifache ihrer Höhe. 135 Millimeter mit 17 multiplicirt, oder 2295 Millimeter, werden also die Länge des horizontalen Weges seyn, die ein Mensch mit derselben Ermüdung zurücklegt, die er beim Steigen einer Stufe von 135 Millimeter Höhe erfährt. Da der gewöhnliche horizontale Schritt eines Menschen 650 Millimeter lang ist, so folgt, dass das Ersteigen einer 135 Millimeter hohen Stufe ihn eben so stark angreift, als 3 und ½ Schritt auf einem horizontalen Wege.

7.

Von der Gröſse der Tagesthätigkeit, wenn die Arbeiter Lasten auf Schiebkarren fortfahren.

Aus den vielen Verſuchen, welche **Vauban** über dieſe Art Arbeit angeſtellt hat, folgerte er, „daſs ein Menſch in einem Tage in einem Schiebkarren 14,79 Kubikmeter Erde in 500 Gängen 29,226 Meter weit fortbringen kann; wobei alſo die Länge des Weges, den er mit der Ladung und den er beim Zurückfahren ohne Ladung zurücklegt, 14,613 Kilometer beträgt.“

Hierbei iſt noch zu bemerken, daſs der Menſch, wenn er die Arme der beladenen Karre ungefähr 15 Decimeter weit von der Axe des Rades faſst, einen Theil der Ladung und des Gewichts der Karre trägt; der übrige Theil des Gewichts ruht auf dem Erdpunkte, auf welchem das Rad ſich befindet. Ich finde mittelſt einer Schnellwage, mit der ich die Karre an demſelben Punkt ihrer Arme hielt, wo die Arbeiter ſie anfaſſen, daſs der Theil des Gewichts, den ſie tragen, 18 bis 20 Kilogramme beträgt. Iſt die Karre ungeladen, ſo beläuft es ſich auf 5 bis 6 Kilogramme.

Ferner finde ich, daſs zum Forttreiben einer beladnen Karre auf trocknem und gleichem Wege, wenn ihre Arme von Seilen getragen werden, die an einem ſehr hohen Punkt befeſtigt ſind, eine Kraft von 2 bis 3 Kilogrammen erfordert wird. Dieſe letzte Kraft hängt gröſstentheils von den kleinen Widerſtänden ab, die das Rad auf dem Boden

findet, und richtet sich auch sehr nach der Geschicklichkeit des Arbeiters, der es nicht immer versteht, die Bewegung der Karre recht in seiner Gewalt zu haben.

Um die Größse der nützlichen Thätigkeit eines Arbeiters, die er bei dieser Art Arbeit leistet, bestimmen zu können, muss man noch wissen, dass Arbeiter von mittler Stärke im Durchschnitt ihre Karren mit einer Last von ungefähr 70 Kilogrammen beladen, und dass das sehr verschiedene Gewicht der Karren, im Mittel, 30 Kilogramme beträgt.

Da die Arbeiter die beladne Karre 14,61 Kilometer weit in einem Tage führen können, so ist die nützliche Wirkung dieser Tagesarbeit gleich 70 . 14,61 = 1022,7 Kilogrammen, 1 Kilometer weit getragen.

Trägt der Mensch die Last auf dem Rücken, so war nach dem Vorigen das Maximum der nützlichen Wirkung seiner Tagesarbeit gleich einem Gewicht von 692,4 Kilogrammen, 1 Kilometer weit getragen. Die nützliche Wirkung eines Menschen, der eine gewisse Last auf einem Karren fortfährt, verhält sich also zu der, wenn er dieselbe Last auf dem Rücken trägt, wie 1022,7 : 692,4 = 148 : 100. Es können also 100 Arbeiter auf trocknem und gleichem Boden mit Karren eben so viele Arbeit leisten, als 150 Menschen mit Tragkörben.

8.

Ueber die Gröfse der Thätigkeit, welche ein Mensch beim Schlagen oder Einrammen von Pfählen leisten kann.

Bei diefer Arbeit wird die nützliche Wirkung durch das Gewicht des Rammklotzes oder fogenannten Bäres, durch die Höhe, zu welcher die Arbeiter ihn erheben, und durch die Anzahl der Schläge, die fie in einem Tage machen können, beftimmt.

Der Bär wiegt gewöhnlich 350 bis 450 Kilogramme, und wird von einem Seile gehalten, das über eine Rolle geht und fich in mehrere Schnuren endigt, welche von den Arbeitern angefafst werden. Ruht der Bär auf dem Pfahle, fo hält jeder Arbeiter feine Schnur ungefähr in der Höhe des Kopfs. Zum Ziehen des Seils beugen fie fich nieder, und heben dadurch den Bär ungefähr 11 Decimeter hoch. In einer Minute macht man beinahe 20 Schläge; 60 bis 80 gefchehn hintereinander, dann läfst man die Werkleute wieder eine eben fo lange Zeit ausruhn, als fie gearbeitet haben. Deffen ungeachtet ift man oft genöthigt, fie von Stunde zu Stunde abzulöfen.

Nie fand ich, dafs ein Menfch diefe Art von Arbeit länger aushalten konnte, als drei Stunden in einem Tage; die übrige Zeit wurde zum Ausruhn und zum Ausbeffern und Zurechtbringen des Mafchinenwerks verwendet. Wenn die Arbeiter fehr ftark find, nimmt man ihrer fo viele, dafs ungefähr jeder 19 Kilogramme von dem Gewicht des Rammklotzes zu ziehn bekommt.

Nach dieſen Angaben läſst ſich die Gröſse der Tagesthätigkeit bei dieſer Art Arbeit durch das Produkt der drei Zahlen, der 11 Decimeter, 19 Kilogramme und der Anzahl Schläge beſtimmen, die in drei Stunden wirklicher Arbeit gemacht werden. Rechnet man 20 Schläge auf eine Minute, ſo giebt dieſes eine Gröſse der Tagesthätigkeit, welche gleich iſt einem Gewicht von 75,2 Kilogrammen, die 1 Kilometer hoch gehoben werden.

Vergleichen wir dieſe Thätigkeits-Gröſse mit der, die ein Menſch beim Erſteigen einer Treppe ohne Laſt bewirkt, welche gleich iſt 225 Kilogrammen, 1 Kilometer hoch gehoben, ſo erhellt, daſs beim Rammen der Arbeiter nur etwas weniges über das Drittel der Thätigkeit liefert, welche er im andern Fall hervorbringen würde, und daſs es alſo leicht wäre, hierbei die menſchlichen Kräfte ſo vortheilhaft anzuwenden, daſs ein einziger Arbeiter eben ſo viel leiſten könnte, als beinahe drei wirken, wenn ſie auf die gewöhnliche Art an der Ramme arbeiten.

Dieſe Berechnung giebt für die Tagesthätigkeit beim Rammen der Pfähle noch eine weit beträchtlichere Gröſse, als ich ſie bei einer ähnlichen Arbeit in der *Münze* zu Paris finde, wo Menſchen mehrere Monate hindurch die Münzen mit einem Bär ſchlugen. Der Bär wog 38 Kilogramme, und wurde von zwei Arbeitern regiert; jeder hob alſo 19 Kilogramme. Bei jedem Schlage wurde der Bär 4 Decimeter hoch gehoben, und man ſchlug in ei-

nem Tage 5200 Stück Münzen, hob alſo den Bär 5200 Mal. Das Produkt der drei Zahlen, auf welche es hier ankommt, der 19 Kilogramme, der 4 Decimeter und der 5200 Schläge, giebt die Gröſse der von jedem Arbeiter geleiſteten Tagesthätigkeit; ſie iſt folglich einem Gewicht von 39,5 Kilogrammen, 1 Kilometer hoch gehoben, gleich. Dieſes iſt beinahe nur die Hälfte von 75,2 Kilogrammen, der Thätigkeits-Gröſse, welche ein Arbeiter beim Rammen der Pfähle liefert, und nur der 5te Theil von der, wenn der Menſch eine Treppe ohne Laſt erſteigt.

Nur iſt zu bemerken, daſs dieſelben Menſchen dieſe Arbeit 15 Monate hindurch in der Münze fortſetzen, indeſs die Arbeiter an den Rammen zu einer andern Arbeit kommen, wenn ſie ermüdet ſind, welches ſehr bald geſchieht. Wahrſcheinlich hätten aber dieſe beiden Menſchen bei einer andern Einrichtung der Arbeit mehr leiſten können. Einer von den Arbeitern, der ſehr ſtark war, wollte es unternehmen, einen Schläger ganz allein zu regieren, er hielt aber dieſe Arbeit nur einige Stunden aus. Ich glaube, daſs dieſer Menſch dieſe Arbeit mehrere Tage hindurch würde ausgehalten haben, wenn er, ſtatt des Schlägers von 38 Kilogrammen, einen von 19 Kilogrammen genommen und mit ſeiner Hand einen Raum von 8, ſtatt von 4 Decimetern durchlaufen hätte, wenn dabei irgend eine Vorkehrung ſo wäre getroffen worden, daſs der Schläger nur 4 Decimeter hoch gefallen

wäre; welcher Fall zum Schlagen der Münzen hinlänglich groſs iſt.

Folgende Arbeit iſt dem Rammen der Pfähle ſehr ähnlich. Ich lieſs zwei Tage hintereinander *Waſſer* aus einem 37 Meter tiefen Brunnen *ziehn*. Der Arbeiter ſchöpfte mit einem doppelten Eimer, und bekam für 10 Eimer 25 Centimen Lohn. Den erſten Tag ſchöpfte er 125, den zweiten 119 Eimer, von denen jeder im Mittel 16 Kilogrammen wog. Nehme ich an, daſs er 120 Eimer in einem Tage herausſchöpfen konnte, ſo giebt dieſe Zahl, mit 37 Metern und 16 Kilogrammen multiplicirt, für die Gröſse ſeiner Tagesthätigkeit ein Gewicht von 71 Kilogrammen, 1 Kilometer hoch gehoben. Eine Gröſse, welche beinahe der gleich iſt, wenn ein Menſch an einer Ramme arbeitet.

9.

Ueber das Arbeiten an Kurbeln.

Ich habe nicht Gelegenheit gehabt, directe Verſuche über dieſe Art von Arbeit anſtellen zu laſſen. Das, was hier folgt, iſt das Reſultat einer ſehr groſsen Anzahl von Beobachtungen, die ich an Schöpf-Maſchinen gemacht habe; nur muſs man bedenken, daſs der Widerſtand, den die Arbeiter bei dieſen Maſchinen erfahren, ſehr ſchwer ſich ſchätzen läſst.

Bei dem gröſsten Theil der mechaniſchen Arbeiten ſchätzt man den Druck, den ein Menſch auf den Handgriff der Kurbel ausübt, auf 12 bis 13 Kilogramme. Bei einer fortgeſetzten Arbeit dieſer

stechen des Grabscheits betrug im Durchschnitt 20 Kilogramme; war es einige Centimeter eingedrungen, so erforderte das tiefere Stechen nur eine Kraft von 12 Kilogrammen. In den langen Tagen bearbeitete dieser Mensch eine Oberfläche von 181 Quadrat-Meter; die Masse der herausgegrabenen Erde betrug also 45,25 Cubik-Meter. Der Cubik-Meter Erde wog 1898 Kilogramme.

Um die Größe des einen Theils dieser Tagesarbeit, der im Herausheben der Erde bis zu 4 Decimeter Höhe besteht, seiner Zahl-Größe nach zu bestimmen, muß man die 1898 Kilogramme Gewicht, die 45,25 Cub. Meter und die 4 Decimeter zusammen multipliciren; das Produkt hiervon ist gleich einem Gewicht von 34,3 Kilogrammen, das 1 Kilometer hoch gehoben wird. Da man aber hierzu noch das Gewicht des Grabscheits rechnen muß, welches ungefähr 1,7 Kilogramme schwer ist, so kann man die Größe der Tagesthätigkeit, die auf das Herausheben der Erde verwendet wird, einem Gewicht von 43 Kilogrammen gleich schätzen, das 1 Kilometer hoch gehoben wird.

Es kömmt nun zweitens auf die Größe der Tagesthätigkeit an, die auf das jedesmalige Einstechen des Grabscheits zu einer Tiefe von 25 Centimetern verwendet wird. Wir können die zu jedem Stich erforderliche Kraft zu 15 Kilogrammen anschlagen, da zum ersten Ansatz wenigstens eine Kraft von 20, nachher aber nur eine von 12 Kilogrammen nöthig ist. Aus dem Gewicht der herausgegrabenen Erde

findet sich, wenn man auf jeden Stich 6 Kilogrammen rechnet, dafs der Arbeiter 14516 Stiche mit dem Grabscheit in einem Tage machte. Die 15 Kilogramme Druck, die 14526 Stiche und die 25 Centimeter Tiefe geben also, in einander multiplicirt, für diesen Theil der Tagesarbeit eine Gröfse, welche sich durch ein Gewicht von 55,5 Kilogrammen, 1 Kilometer hoch gehoben, darstellen läfst.

Diese beiden Gröfsen der Arbeit addirt, geben für die ganze Tagesthätigkeit ein Gewicht von [illegible] Kilogrammen, 1 Kilometer hoch gehoben.

Die Gröfse der auf das Kleinmachen der herausgegrabenen Erde verwendeten Arbeit läfst sich schwer bestimmen; nach der Art, wie sie mein Arbeiter verrichtete, glaube ich nicht, sie höher als den 20sten Theil der übrigen Arbeit anschlagen zu dürfen. Wir werden uns also nicht sehr von der Wahrheit entfernen, wenn wir den wahren Werth der ganzen Tagesthätigkeit einem Gewicht von 100 Kilogrammen, 1 Kilometer hoch gehoben, gleich schätzen.

Der Verfasser fügt diesem noch eine ungefähre Vergleichung bei, zwischen dem Stechen mit dem Grabscheit und dem Ersteigen einer Treppe ohne Last, und zwischen dem Herausheben der gegrabenen Erde und der Arbeit des Rammens, des Drehens einer Kurbel und dem Schöpfen mit Eimern, wobei er findet, dafs beim Graben höchstens $\frac{1}{20}$ Ausfall an Quantität der Action ist, — und zeigt dann, wie viel bei

dem Oekonomiſiren der Kräfte darauf ankömmt, daſs man die Geſchwindigkeit, die Laſt und die Ruhezeit gehörig abmiſst, und wie ſehr es daher auf die Geſchicklichkeit des Arbeiters ankömmt, daſs man bei einer Tagesarbeit die möglichſt gröſste Wirkung erhalte.

Zuletzt warnt er den Leſer vor Verſuchen von zu kurzer Dauer, und vor Irrthümern, in die man gerathen kann, wenn man ſie mit Menſchen von ungewöhnlicher Stärke anſtellt. Die mittlern Reſultate richten ſich auch nach dem Klima. „Ich habe, ſagt er, ſchwere Arbeiten von den Soldaten zu Martinique unternehmen laſſen, wo das Thermometer ſelten unter 20° ſteht. Dieſelbe Arbeit lieſs ich dann von den Soldaten in Frankreich verrichten. Ich kann daher mit Gewiſsheit ſagen, daſs die Menſchen unter dem 14ten Grad der Breite, wo ſie faſt beſtändig in Schweiſs ſind, nicht die Hälfte der Arbeit verrichten können, die ſie in unſerm Klima auszuführen im Stande ſind."

IV.

Beschreibung des Meteorsteins, der zu Charsonville bei Beaugency am 23. Nov. 1810. herabgefallen ist, und Analyse desselben.

(als Norm für Zerlegungen dieser Art)

von

Vauquelin *).

Ich glaube meiner Analyse voran schicken zu müssen den Bericht, welchen Herr Pellieux, Arzt zu Beaugency, dem Minister des Innern von diesem Natur-Ereignisse eingeschickt hat, und eine Beschreibung des Steins, die von Hrn. Hauy herrührt.

1. *Bericht des Arztes Pellieux zu Beaugency.*

Freitags, den 23sten November um halb zwei Uhr Nachmittags, bei sehr stillem und heiterem Wetter und Südwind, als das Thermometer auf 12° R., und das Barometer auf 27″ 6‴ stand, hörte man in der Stadt, und besonders auf dem Lande, eine Explosion, welche einige Minuten lang dauerte, und in welcher man drei starke auf einander folgende Detonationen, wie von einer bedeutenden

*) Frei übersetzt aus den *Annales du Muséum d'Hist. natur. t. 17*, von Gilbert.

Mine, oder vielmehr von einem auffliegenden Pulvermagazine, unterschied. Die Landleute waren um so mehr in Schrecken gerathen, da sie das Getöse nicht nur stärker gehört, sondern auch eine Feuerkugel in der Luft gesehen hatten, die von Norden nach Süden flog, und im Augenblicke der Explosion einen bedeutenden feurigen Schweif in ihrer ganzen Richtung bildete *).

Dieses ausserordentliche Ereigniss, dessen Ursache man nicht wusste, hatte alle Einwohner in Unruhe versetzt. Um 8 Uhr Abends verbreitete sich plötzlich das Gerücht, es rühre her von dem Auffliegen des Artillerieparks der kaiserl. Garde, die zu Blois in Garnison war, und wir brachten die Nacht in den schrecklichsten Besorgnissen über das Schicksal der Einwohner dieser Stadt zu. Schon wollte man die Zahl der Umgekommenen wissen. Dieses Gerücht wurde aber durch den folgenden Bericht widerlegt, den mir am andern Morgen um 10 Uhr der Pächter der Meierei *Mortelle*, Namens Hénault, machte, welche Meierei 4 Lieues von unserer Stadt, zwischen dem Flecken *d'Espieds* und *Charsonville*, liegt **).

„Als ich gestern Nachmittag um ein Viertel auf zwei Uhr mit einem Knechte (*garçon charretier*)

*) *Qui se dirigeant du Nord au Sud, avait formé au moment de l'explosion une trainée de feu considérable dans toute sa direction.*

**) Die Gemeinde *Charsonville* liegt nicht weit von *Orleans*, im jetzigen Departement des *Loiret*, im Canton *Meuny*. Gilbert.

aus dem Pachtgute gegangen war, sahen wir in der Luft eine ansehnliche Feuerkugel, die von Norden kam, und die, nachdem sie einen weiten Raum durchflogen hatte, über unsern Köpfen platzte, wobei sie nach allen Seiten Feuer und Flammen spie. Wir hörten sogleich drei Schläge, welche einer einige Zeit nach dem andern folgten, und die uns drei starken Kanonenschüssen zu gleichen schienen. Auf dieses Getöse folgte ein ausserordentliches Pfeifen, welches von einem von dichtem Rauch begleiteten Steine entstand, der in sehr geringer Entfernung von uns herabgeschleudert wurde, und da, wo er auffiel, die Erde bis zu einer Höhe von 5 Fuss aufwärts trieb. Als wir von dem ersten Schrecken zurück gekommen waren, giengen wir nach dem Orte, wo er herabgefallen war, warteten indess einige Zeit, aus Furcht, er möchte sich wieder erheben; auch bedurften wir Werkzeuge, um ihn heraus zu arbeiten, da er fast 2 Fuss tief in die Erde eingedrungen war. Er war noch heiss, und wog 20 Pfund. Alle, welche in der Nachbarschaft wohnten, waren bei dem Getöse herbei gelaufen, und jeder wollte ein Stück von dem Steine haben. Ehe er zerbrochen wurde, war der Stein von einer viereckten Gestalt, 6 Zoll lang und 5 Zoll breit. Er schlägt am Stahle Feuer, und giebt einen dumpfen Klang, wenn man ihn mit einem eisernen Werkzeuge schlägt" *).

*) Eine vollständigere Erzählung von diesem Meteor, von Hrn. Bigot de Morogues, habe ich den Lesern der Anna-

Henault hatte mir von diesem Steine ein sehr kleines Stück mitgebracht, und folgendes habe ich daran selbst bemerkt: Der Stein ist von einer beinahe schwarzen und rauchrigen *(enfumée)* Rinde bedeckt, und im Innern aschgrau mit glänzenden Punkten durchsäet, die man für Glimmer halten könnte, unter dem Mikroskope aber sehr bald für lauter Metallkügelchen erkennt, die von der Natur des Eisens sind, da der ganze Stein von dem Magnete gezogen wird. Sein specifisches Gewicht ist ziemlich beträchtlich, und er ist ohne Höhlungen und Blasen. Wenn man ihn gegen einen harten Körper reibt, so nimmt er Politur und Metallglanz an der Stelle des Reibens an, und während des Reibens schien er mir keinen Geruch nach Schwefel zu verbreiten; ein Beweis, daſs dieser durch die Wirkung des Feuers ganz zerstört ward. Aber woher kömmt es, daſs das Eisen durch dieselbe nicht verschlackt worden ist?

Ich überlasse dieses zu erklären den Gelehrten, und bemerke nur noch, daſs zwar die Erscheinung selbst während heiterer und stiller Witterung eintrat, daſs aber dieser Witterung mehrere Tage mit Sturm und Gewittern vorhergegangen waren. Die Stürme hatten groſsen Schaden angerichtet, und der Blitz hatte an mehreren Orten eingeschlagen. Dieses beweist einen

len J. 1811. St. 3., od. *N. F.* B. 7. S. 349 mitgetheilt. Nach dieser fielen drei Steine herab, einer von 20 Pf. bei *Villerat*, einer von 40 Pf. zu *Moulin-Brulé* und ein dritter bei *Mortèle*, den man nicht gefunden zu haben scheint. *Gilbert.*

genauen Zusammenhang des feurigen Meteors mit der in der Atmosphäre verbreiteten elektrischen Materie, und dass beide Wirkungen von einer und derselben Ursache sind. Dieses wird auch noch dadurch bestätigt, dass in den Nächten vor dem Freitage, an welchem die Detonation erfolgte, am nördlichen Horizonte ein feuriges Nordlicht erschienen war, welches seit dem Herabfallen dieses Steins nicht mehr der Fall seyn soll. Er ist vielleicht nicht der einzige, welcher damals zur Erde herabgekommen ist; denn da man das Phänomen in grossen Entfernungen zu gleicher Zeit und an derselben Gegend des Himmels gesehen hat, so muss die Explosion in einer bedeutenden Höhe vor sich gegangen seyn.“ Beaugency d. 24. November 1810.

2. *Beschreibung des Steins von Herrn Hauy.*

Der am 23sten November 1810 zu Charsonville herabgefallene, und von Sr. Excell. dem Minister des Innern, Grafen Montalivet, dem Museum übergebene Aerolith, ist, wie alle Körper desselben Ursprungs, mit einer sehr dünnen schwarzen Rinde bedeckt. Das Innere ist hellgrau, und von einer schwarzen Ader durchsetzt, welches man bis jetzt noch in keinem Steine dieser Art bemerkt hatte. Er ist von körnigem, doch von dichterem Gewebe, als die Aerolithen von l'Aigle, Ensisheim und überhaupt alle, die auf dem Museum vorhanden sind. Er enthält eine grosse Menge Eisenkörner in metallischem Zustande, die man leicht mit

bloſsen Augen wahrnimmt. Auch bemerkt man im Innern deſſelben einige weiſsliche Kügelchen, denen ähnlich, welche einige andere Aerolithe, beſonders die von Benaces in Oſtindien, und von Weſton in den amerikaniſchen Freiſtaaten enthalten. Alle Theile des Aerolithen, auch die, in welchen das Auge keine Spur von Eiſen entdeckt, äuſsern eine ſehr merkliche Wirkung auf die Magnetnadel, und dieſe Wirkung iſt ſelbſt den kleinſten Theilchen, die von der Maſſe getrennt werden, eigen. An einigen Stellen ſchlägt der Stein am Stahle Feuer, und ſeine ſcharfkantigen Bruchſtücke ritzen das Glas ein wenig. Das ſpecifiſche Gewicht entſpricht dem Gewebe und der Beſchaffenheit deſſelben; es iſt 3,712, alſo etwas gröſser, als das der übrigen Aerolithen, welches bisher nicht über 3,5 hinaus gieng.

Man ſieht aus dieſer Beſchreibung, daſs der zu Charſonville herabgefallene Stein in ſeinem Ausſehen und in ſeinen vorzüglichſten Eigenſchaften allen andern bekannten gleicht, nur mit der Verſchiedenheit, daſs die Theilchen deſſelben entweder von Anfang an, oder während dem auf das Glühen folgenden Erkalten, einander mehr ſcheinen nähert geworden zu ſeyn.

5. *Analyſe des Aerolithen.*

Es iſt jetzt durch die Analyſen der Chemiker bekannt, daſs die Steine, welche aus der Luft herabfallen, oder die Aerolithen, aus folgenden

Bestandtheilen zusammengesetzt sind: 1) *Kieselerde*, macht den gröfsten Theil der Masse aus; 2) *Eisen*, und 3) *Magnesia*, die dann der Menge nach folgen; 4) *Chromium*, 5) *Nickel*, 6) *Thonerde*, 7) *Schwefel*, 8) *Kalk*, [und 9) *Manganes G.*] welche alle nur in sehr geringer Menge in diesen Steinen vorhanden sind.

Die Mittel, diese acht Bestandtheile von einander zu trennen, sind allen Chemikern von Profession geläufig, und für sie würde es hinreichend seyn, die Methode, welche ich befolgt habe, nur im Allgemeinen anzudeuten, um sie in den Stand zu setzen, zu urtheilen, ob gut oder schlecht operirt worden sey. Da indefs junge Männer und Liebhaber wünschen dürften, jetzt, da die atmosphärischen Steine häufiger werden und leicht zu haben sind, die Analyse derselben selbst anstellen zu können, habe ich geglaubt in das Detail der Operationen tief genug eingehn zu müssen, um ihnen bei dieser interessanten aber ziemlich zusammengesetzten Arbeit zum Wegweiser dienen zu können.

Versuch 1. Um auszumachen, ob dieser Aerolith, so wie die früher analysirten, *Chromium* enthalte, schmolz ich 5 Grammes desselben mit 3 Gr. ätzendem Kali, dem ich, um die Mengung zu erleichtern, etwas Wasser beigefügt hatte. Die Mengung wurde grünlich, selbst ehe die Hitze darauf eingewirkt hatte; ein Farbenwechsel, welcher, wie wir weiter unten sehen werden, die Gegenwart von Chromium anzeigt. Während der Schmelzung ver-

wandelte sich diese Farbe in ein etwas grünliches Gelb.

Versuch 2. Beim Zerrühren der geschmolzenen Masse im Wasser wurde die Flüssigkeit grünlichgelb. Als nun darauf gegossnes Wasser sich nicht mehr färbte, goss ich alles Wasser, womit die Masse gewaschen worden war, zusammen, und brachte es durch Abdampfen in die Enge. Dabei schlug sich das *Manganes-Oxyd* in Gestalt eines schwarzen Pulvers zu Boden, worauf die Flüssigkeit rein gelb erschien.

Versuch 3. Diese gelbe Farbe liess mir an der Anwesenheit von Chromium gar keinen Zweifel; da aber das Kali, zugleich mit dem Chromium, einen Antheil Kieselerde und Thonerde aufgelöst haben musste, sättigte ich das überflüssige Alkali in der Flüssigkeit vorsichtig mit Salpetersäure, und dampfte dann die Flüssigkeit mit Vorsicht bis zur Trockenheit ab. Hierbei wird das Kali, welches die beiden Erden aufgelöst enthält, durch Salpetersäure gesättigt, und beide Erden scheiden sich daher beim Austrocknen der Flüssigkeit ab; das chromiumsaure Kali aber, welches für sich auflöslich ist, wird in diesem Fall von der Salpetersäure nicht zersetzt, es wurde daher, als ich den Rückstand leicht trocknete und dann ihn mit lauem Wasser behandelte, wieder aufgelöst, und ich erhielt eine Flüssigkeit von einer sehr schönen orangegelben Farbe. — Um mich zu vergewissern, ob die Farbe dieser Flüssigkeit wirklich von Chromiumsäure herrühre, setzte

ich salpetersaures Quecksilber-Oxydul hinzu, und erhielt einen ins Orange spielenden rothen Niederschlag, welcher nach dem Waschen, Trocknen und Calciniren mir ein schön grünes Oxyd gab, welches ein offenbarer Beweis von Chromium ist.

Versuch 4. Nachdem ich mich auf diese Art von der Gegenwart von Chromium und Manganes in dem Meteorsteine überzeugt hatte, fügte ich die Kieselerde und Thonerde, welche das Kali aufgelöst und die Salpetersäure wieder abgeschieden hatte, zu dem im Wasser unauflöslichen Rückstande des mit Kali geschmolznen Aerolithen hinzu, und behandelte dann diese Masse mit sehr schwacher Salzsäure. In ihr löste sie sich ziemlich leicht auf, und es blieben nur einige Atome eines weissen Staubes zurück, welcher Kieselerde war. Die Farbe der Auflösung war röthlich gelb.

Da *Kieselerde*, welche an hinlänglich viel Alkali gebunden, sich in den schwachen Säuren auflöst, so musste die in dem Aerolithe vorhandene Kieselerde sich zugleich mit den andern Materien in der Salzsäure, die ich genommen hatte, aufgelöst haben; und da diese Säure die Kieselerde willig in einer Hitze verläfst, welche die übrigen Verbindungen, die sie begleiten, nicht zu zersetzen vermag, so dampfte ich die Flüssigkeit bis zur Trockniss unter der nöthigen Vorsicht ab. So vorsichtig man hierbei indess auch verfährt, so ist es doch unmöglich zu vermeiden, dass die Säure nicht auch einen Antheil von Eisenoxyd im Maximum verlasse,

und dafs dieser sich nicht mit der Kieselerde vermenge, wenn man die Masse wäscht, um alle auflöslichen Materien wieder fortzunehmen. Um dieses Vermengen zu verhindern, habe ich dem Wasser, womit ich wusch, etwas Salzsäure zugesetzt, und habe schwache Wärme gebraucht; auf diese Art wurde das wenige Eisen, welches sich niedergeschlagen hatte, wieder aufgelöst, und ich erhielt die Kieselerde vollkommen rein.

Diese Art zu verfahren gründet sich darauf, dafs, wenn die Kieselerde von der Salzsäure einmal abgeschieden worden, sie eine so starke Aggregation hat, dafs sie einer neuen Einwirkung dieser Säure gänzlich widersteht, welches mit dem Eisen der Fall nicht ist.

Versuch 5. Da die salzsaure Auflösung Magnesia, Eisen, Nickel, Kalk, vielleicht auch Thonerde enthalten mufste, so verfuhr ich, um diese Körper von einander zu trennen, folgendermafsen. Wenn die Auflösungen der Magnesia einen hinlänglichen Ueberschufs an Säure enthalten, so werden sie durch Ammoniak nicht gefällt; die Kalkauflösungen zersetzt das Ammoniak nicht, auch wenn sie nicht überschüssig sauer sind; und der Nickel wird von dem Ammoniak, nachdem er gefällt worden, wieder aufgelöst. Dagegen schlägt Ammoniak immer das Eisen und die Thonerde nieder, in welchem Zustande sich auch ihre Auflösungen befinden mögen.

Diesem zu Folge fing ich damit an, meiner Flüssigkeit etwas Salzsäure zuzusetzen, goss dann Ammoniak in Uebermaass hinzu, und schüttelte die Mengung einige Minuten lang. Auf diese Art erhielt ich das *Eisenoxyd im Maximum* und die *Thonerde*, welche in der Flüssigkeit enthalten seyn mochten. Diese filtrirte ich ab, und wusch dann das Präcipitat mit hinlänglich viel Wasser, um es von aller auflöslichen Materie, die es noch enthalten konnte, zu befreien. Die Farbe der durchfiltrirten Flüssigkeit war lichtblau, welches auf Gegenwart von Nickel deutete.

Versuch 6. Da der durch das Ammoniak gebildete *Niederschlag Thonerde* enthalten konnte, so liess ich, als er noch nass und folglich sehr zertheilt war, eine Auflösung kaustisches Kali über ihn kochen, welche unter diesen Umständen die Thonerde auflöst. Ich verdünnte darauf die Mengung mit Wasser, filtrirte sie, und setzte eine Auflösung von salzsaurem Ammoniak hinzu. Es entstand in der That ein weisser flockiger Niederschlag, welcher alle Eigenschaften der Thonerde hatte. — Das *Eisenoxyd* wurde, nachdem ich es auf diese Art von Thonerde befreit hatte, gewaschen und getrocknet, und zeigte sich, als ich es untersuchte, ziemlich rein. Ich fand darin nichts, als kaum wahrnehmbare Spuren von Kalk und von Magnesia.

Versuch 7. Die durchfiltrirte Flüssigkeit aus Versuch 5. sollte nun noch Nickel, Kalk und Magnesia enthalten. Ich fing damit an, sie zu er-

hitzen, um das überschüssige Ammoniak zu verflüchtigen, und liess dann einen Strom Schwefel-Wasserstoffgas hindurch steigen; indem dieses Gas sich mit dem Ammoniak verbindet, erhält es die Eigenschaft, den Nickel, aber nicht die Erden, zu fällen. So erhielt ich einen schwarzen, ziemlich voluminösen Niederschlag von Schwefel-Nickel, in welchem die Versuche, denen ich ihn unterwarf, nicht die geringsten Spuren von Kupfer verriethen; in Salpetersäure aufgelöst, gab er mit blausaurem Kali einen grünlich-gelben Niederschlag, und eine Eisenplatte, welche ich in die Flüssigkeit setzte, bedeckte sich nicht mit Kupfer.

Versuch 8. Ich prüfte nun die Flüssigkeit auf *Kalk* mit sauerkleesaurem Ammoniak. Dieses erzeugte bald in dem ganzen Umfange derselben eine Wolke, und als diese sich zu Boden gesetzt hatte, trübte ein neuer Zusatz von einigen Tropfen die Flüssigkeit nicht mehr. Ich goss nun die Flüssigkeit mit Vorsicht ab, und wusch den Niederschlag mit lauem Wasser. Um mich zu überzeugen, dass dieser Niederschlag nichts anderes als sauerkleesaurer Kalk sey, erhitzte ich ihn stark in einem Platintiegel, und erhielt so einen Körper, der mit Wasser behandelt sauer schmeckte, und dem Wasser alle Eigenschaften gab, welche Kalk demselben zu ertheilen pflegt.

Versuch 9. Um die *Magnesia* abzuscheiden, welche noch in der Flüssigkeit enthalten seyn musste, verdichtete ich diese durch Abdampfen, und setzte dann kohlensaures Kali in solcher Menge zu, dass

es nicht blos das Tripelſalz zerſetzte, deſſen einer Beſtandtheil die Magneſia war, ſondern auch das von der Zerſetzung der übrigen Salze herrührende ſalzſaure Ammoniak. Dann kochte ich die Mengung in einem Ballon ſo lange, bis aller Geruch nach Ammoniak aufhörte; denn ich hatte bemerkt, daſs, ſo lange irgend eine Art von Ammoniakhaltigen Salzen in einer Flüſſigkeit vorhanden iſt, welche Magneſia enthält, dieſe letztere ſich nie gänzlich zu Boden ſchlägt. — Die kohlenſaure Magneſia, welche ich auf dieſe Art erhielt, wuſch und calcinirte ich; ſie wurde in der Hitze etwas grünlich, welches auf einen fremden ihr beigemengten Körper deutete. Die grünliche Farbe des Salzes, welches durch Zuſatz von Schwefelſäure entſtand, bewies, daſs dieſe Farbe auf Gegenwart von etwas Nickel beruhte.

Dieſes iſt die Reihe von Operationen, welche anzuſtellen waren, um die Beſtandtheile des unterſuchten Aerolithen einen nach dem andern abzuſcheiden und darzuſtellen. Dieſe Verſuche ſind zwar an ſich nicht ſchwer anzuſtellen, erfordern aber doch Nachdenken, damit man die einzelnen Beſtandtheile in der ſchicklichſten Ordnung trenne, die den Umſtänden angemeſſenſten Reagentien nehme, und die zur Reinigung jedes der iſolirten Körper nöthige Vorſicht anwende.

Ich muſs indeſs geſtehn, daſs es in einer ſo zuſammengeſetzten Analyſe ſchwer, wo nicht unmöglich iſt, zu vermeiden, daſs nicht jeder Beſtandtheil etwas von denen zurückbehalte, mit welchen er in

dem zusammengesetzten Körper verbunden ist, besonders wenn man in der Analyse hauptsächlich dahin sieht, nichts zu verlieren. So z. B. finden sich manchmal in dem Eisen und in der Thonerde Spuren von Magnesia, wenn man nicht genug Säure zugesetzt hat, um das zur Sättigung des Magnesia-Salzes nöthige Ammoniak-Salz zu bilden. Wenn dieses der Fall seyn sollte, so muss man das Ganze in Schwefelsäure auflösen, bis zur Trockniss abdampfen, stark calciniren und auslaugen; wobei sich die Magnesia allein auflöset, da die schwefelsaure Magnesia sich nicht so leicht als das schwefelsaure Eisen im Maximo zersetzt. — Eben so fallen mit dem Eisen und der Thonerde Spuren von Nickel nieder, wenn man nicht genug Ammoniak genommen hat, um den Nickel ganz aufzulösen.

Folgendes sind die Bestandtheile des Aerolithen in 100 Theilen:

Kieselerde	38,4	Theile
Metallisches Eisen	25,8	—
Magnesia	13,6	—
Thonerde	3,6	—
Kalkerde	4,2	—
Chromium	1,5	—
Manganes	0,6	—
Nickel	6	—
Schwefel	5	—
	98,7	

Der Schwefel verräth sich durch das Schwefel-Wasserstoffgas und durch die Schwefelsäure, die beim Behandeln des Steins, jene mit Salzsäure, diese mit Salpetersäure, entstehn.

Versuch 10. Um die Wirkung kennen zu lernen, welche plötzliche Hitze auf den Aerolithen äufsert, warf ich ein Stückchen des Steins in einen weifsglühenden Tiegel und erhielt es eine halbe Stunde lang in diefer Gluth. Der Stein zerfprang nicht, und ftiefs keinen merklichen Geruch aus; feine gräulich weifse Farbe fand fich aber, nicht blos an der Oberfläche, fondern auch im Innern, in fchwarz verwandelt, und fein Gewicht um $\frac{1}{233}$ vermehrt. Auch fchien er noch härter geworden zu feyn, und befonders fand fich feine Cohäfion fehr vermehrt.

Schlägt man den Stein mit dem Hammer, fo fpringen viele Funken umher, und die getroffene Stelle hat Metallglanz; auch beim Feilen kömmt diefer zum Vorfchein. Dafs der Stein in der Hitze fchwarz wird, beruht unftreitig auf einer anfangenden Oxydation des Eifens und vorzüglich des Manganes; und dafs er an Tenacität zunimmt, darauf, dafs die Eifentheilchen in genauere Verbindung treten, gleichfam als würden fie zufammengelöthet.

Die fchwarze Ader, welche den Aerolithen durchfetzt, fchien uns von dem Magneten ftärker angezogen zu werden, und mehr Eifen zu enthalten, als die andere Maffe; doch liefsen fich darüber bei der Unbedeutenheit derfelben keine Verfuche anftellen. Wahrfcheinlich rührt fie daher, dafs der Stein, als er glühte, einen Rifs bekam, in welchen die atmofphärifche Luft eindrang und das Eifen verbrannte, und dafs nachher die beiden Flächen des Riffes wieder werden zufammengebacken feyn.

V.

Befchreibung und Analyfe des Sodaliths, eines Grönländifchen neuen Minerals;

von

Thom. Thomson, Mitgl. d. Edinb. Soc. *)

Das Mineral, dem Herr Thomfon den Namen *Sodalith* gegeben hat, ift ein Gemengtheil einer primitiven Gebirgsart, welche in Grönland vorkömmt, und aus grönländifchem *Granat, Hornblende, Augit* (den man bis dahin faft nur allein in der Flötz-Trapp-Formation gefunden hatte) und zwei andern Steinarten befteht, welche die eigentliche Grundmaffe ausmachen, und fo grofse Aehnlichkeit mit gewöhnlichem blättrigen Feldfpath von grünlicher Farbe haben, dafs der Graf von Bournon fie anfangs dafür erklärte. Allein bei genauerer Unterfuchung fand er, dafs einige kleine Stückchen, die er losgemacht hatte, vierfeitige, mit 4 Flächen zugefpitzte Prismen waren, deren Zufpitzungsflächen mit den Seitenflächen Winkel von 110° und von [illegible] machten, eine Geftalt, die der des Salaïts**) fehr nahe kömmt. Und mit diefem Salaït war eine zweite Subftanz verbunden, von der einzelne

*) Zufammengezogen aus den *Transact. of the Roy. Soc. of Edinb.* und dem *Journ. des mines* Aout 1811. von Gilbert.

**) Eine befondere Abänderung des Augit's, nach den Herren Hauy und Hausmann. *G.*

losgemachte Stückchen die Gestalt eines regelmäßigen rhomboidalischen Dodecaeders hatten.

Diese letztere Gestalt [illegible] ein [illegible] Fossil von blättriger Structur aus Schweden, [illegible] Graf von Bournon [illegible], und dem der Dr. Wollaston [illegible] an Natron, den Namen [illegible] gegeben hatte. Ein [illegible] Name, [illegible] Mineral gänzlich von Klaproth's Natrolith verschieden ist, der sich [illegible] in Klüften und Höhlungen eines [illegible] findet, und dessen [illegible] Krystalle, wie Graf Bournon bemerkt hat, [illegible] deren Zuspitzungsflächen [illegible] Winkel von [illegible] machen. Die äußern Charaktere dieses sogen. [illegible] Natrolite, [illegible] gleichfalls in Herrn [illegible] Mineralien-Sammlung befand, stimmten auf [illegible] mit denen des *Fettsteins* Werner's überein, wie sie [illegible] Hauy in seinem *Traité* [illegible] und der Graf Borkowski in dem *Journal de Physique* Vol. 69. angegeben haben, nur dass das [illegible] Gewicht des schwedischen [illegible] ist, indess das des Fettsteins nur [illegible] seyn soll. Herr Thomson erklärt es daher für eine Varietät des Fettsteins *).

G 2

*) Dann müsste aber [illegible] für Natron, oder [illegible] Klaproth [illegible] genommen haben, [illegible] nicht eine besondere Aufmerksamkeit gewandt hätten. G.

Folgendes ſind die Reſultate der Analyſen: 1) des Grönländiſchen *Sodaliths* nach Hrn. Thomſon's Zerlegung, deren Detail ich hier übergehe; und 2) nach Hrn. Ekeberg's Zerlegung. Mit ihnen ſtellt Hr. Thomſon 3) die Analyſe des *Fettſteins* nach Hrn. Vauquelin's Zerlegung zuſammen. Ich habe ihnen die Analyſen Klaproth's unter (4) dieſes letztern Minerals, ſeines *Elaeoliths*, und unter (5) des *Natroliths* aus dem Hoegau beigefügt.

	1	2	3	(4)	(5)
Kieſelerde	38,52	36	44	46,5	48
Thonerde	27,48	32	34	30,25	24,25
Kalk	2,7	—	0,12	0,75	—
Eiſenoxyd	1	0,25	4	1	1,75
Natron	23,5	25	—	—	16,5
(Kali u. Natron)	—	—	16,5	18 (Kali)	—
Salzſäure	3	6,75	—	—	—
Flüchtige Materie	2,1	—	—	2	9 (Waſſer)
Verluſt	1,7	—	1,38	1,5	—
	100	100	100	100	99,5

Der Grönländiſche Sodalith hat alſo, ſagt Hr. Thomſon, zwar das äuſsere Anſehn, aber nicht die Miſchung des Fettſteins; auch nicht die Kryſtallgeſtalt deſſelben, wie Hr. Hauy ſie angiebt. Da er von allen bekannten Mineralien das mehrſte mineraliſche Alkali enthält, ſo nannte Hr. Thomſon ihn Sodalith.

Aeuſsere Charaktere des Sodaliths. Er findet ſich als ein Gemengtheil uranfänglicher Gebirgsarten, die aus ihm, Salaït, Augit, Hornblende und grönländiſchem Granat beſtehn.

Er kömmt *derb* und *kryſtalliſirt* vor, in rhomboidaliſchen Dodecaedern, die manchmal zu ſechsſeitigen Prismen verlängert ſind, welche ſich mit dreiſeitigen Pyramiden endigen.

Die *Farbe* iſt grün, im Mittel zwiſchen Seladon- und Berg-Grün, und von verſchiedner Intenſität. Oft iſt er innig mit Salaït gemengt, wodurch die Farbe modificirt werden muſs.

Im *Aeuſsern* iſt er ſchimmernd, im *Innern glänzend*, und hat nach einer Richtung Glasglanz, nach der andern einen Glanz wie Harz.

Er iſt von blättrigem *Gefüge*, und hat wenigſtens einen doppelten Durchgang der Blätter.

Im *Querbruch* iſt er *muſchlig*. Er *ſpringt* in unbeſtimmte meiſt ſcharfkantige Stücke, und iſt *durchſcheinend*.

An *Härte* iſt er dem Feldſpath gleich, und nur ſchwer mit Eiſen zu ritzen. Er iſt *ſpröde* und *leicht* zu zerſprengen.

Das *ſpecifiſche Gewicht* iſt bei 60° F. 2,378. Doch war das Stück nicht vollkommen rein, und konnte vielleicht etwas Salaït enthalten.

Chemiſche Kennzeichen. Bis zum Rothglühen erhitzt, verkniſtert er nicht, und verwittert nicht; das heiſst, er zerfällt nicht zu Staub, ſondern wird nur dunkelgrau und dem Schwediſchen ſogenannten Natrolith (dem Fettſtein) ſehr ähnlich. Sind ihm Theilchen Salaït beigemengt, ſo nimmt man dieſe dann wahr, indem ſie undurchſichtig und weiſs wie Kalk werden. Der Sodalit verliert

hierbei 2,1 Procent an Gewicht. Ihn in diesem Versuche vor dem Löthrohre zu schmelzen, ist Hrn. Thomson nicht geglückt *).

*) Ich füge diesem die Charakteristik des *Elaeolith's* von Friedrichswärn in Norwegen bei, wie die HH. Karsten und Klaproth sie in dem Magaz. für d. Naturk. der Gesellsch. naturf. Freunde in Berlin, Jahrg. 3. S. 43. gegeben haben: blassbläulich und grünlich grau, mit lichtem Bräunlichroth gefleckt und gestreift; die äussere Gestalt noch unbekannt; inwendig schwach labradorartig *schillernd* und *glänzend*, von einigem Fettglanze, wie trüber mit Oehl befeuchteter Quarz, (wonach Hr. Klaproth ihm den Namen *Elaeolith, Oehlstein*, nach Analogie des Pechsteins gegeben hat); im *Bruche* sehr dünnblättrig nach 2 Richtungen, übrigens klein- und unvollkommen-muschlig; *springt* trapezoidisch, kömmt undeutlich schaalig abgesondert vor, und ist an den Kanten *durchscheinend; hart*, sehr *spröde;* kalt, nicht sonderlich schwer — Durchs *Glühen* wird die Farbe blos etwas trübe, und verliert der Stein 2 Procent an Gewicht; vor dem Löthrohre schmilzt er zu einem milchweissen Email.

Herr Professor Hausmann giebt *ebendas.* S. 216. eine Beschreibung des Minerals, welches Werner's *Fettstein* ist. Es gehört gleich dem Skapolith und Wernerit, mit denen es nahe verwandt ist, dem Nordischen Uebergangsgebirge an, und zwar dem Uebergangs-Syenite. Wenn es krystallisirt vorkömmt, findet es sich in grossen, aber nur selten vollkommen ausgebildeten rechtwinklichen vierseitigen, an den Kanten meist abgestumpften Prismen, die an den Enden durch vier auf den Seitenflächen aufgesetzten Flächen zugespitzt sind. Das Fossil ist gemeiniglich nur an den Kanten durchscheinend, und etwas schielend; auf den reinen Bruchflächen fettartig, und wenig glänzend. Es ist von seladongrüner und blass fleischrother Farbe. Es hat zum eigenthüml. Gewicht, in Wasser von 17 R. abgewogen, 2,661; ist hart und spröde, und schmelzt vor dem Löthrohr ruhig zum farbenlosen etwas blasigen Glase. *Gilbert.*

VI.

Bericht eines französischen Physikers über Herrn von Göthe's Werk: Zur Farbenlehre, 2 Bde. Tübingen 1810. 8. *)

Herr von Göthe hat dieses Werk geschrieben, um es an die Stelle von Newton's Optik **) zu setzen, welche er mit einer alten, noch niemals eingenommenen, doch unbewohnbar gewordenen Burg vergleicht, die an allen Seiten den Einsturz droht und nur noch von einigen Invaliden bewacht wird. Er theilt es in drei Theile. In dem ersten beschreibt er die vornehmsten Erscheinungen der Optik, und trägt seine Theorie der Farben vor; in dem zweiten sucht er die Ungereimtheit der Newton'schen Theorie zu beweisen; in dem dritten giebt er eine Geschichte der Optik, vorzüglich in Beziehung auf die Farben.

Ehe ich das Werk genauer untersuche, will ich mit wenig Worten die Meinung des Verfassers, und worin sie von der Newton's abweicht, angeben.

*) Wer der Verfasser dieses anonymen Berichts sey, den ich aus den *Annal. de Chimie* Ao. 1811. hierher übertrage, kann einem aufmerksamen Leser der Annalen nicht unbekannt seyn. Er ist einer der wenigen französischen Physiker, die deutsch mit Fertigkeit lesen. Die Aeusserungen des Eindrucks, welchen der Versuch des grossen Dichters im wissenschaftlichen Felde der Optik auf ihn gemacht hat, schienen mir für deutsche Leser interessant zu seyn, zumahl da die eignen Entdeckungen des Verfassers dieses Berichts in der Lehre vom Lichte beweisen, dass er nicht zu denen gehört, welche mit trägem Geiste an der alten Lehre hängen. *Gilbert.*

**) Sie hat bekanntlich die Farben zu ihrem Gegenstande. *G.*

Hr. von Göthe erinnert, „er habe die Farbenlehre durchaus von der Mathematik entfernt zu halten gesucht, ob sich gleich gewisse Punkte deutlich genug ergeben, wo die Messkunst wünschenswerth seyn würde. Die vorurtheilsfreyen Mathematiker, mit denen er umzugehn das Glück hatte und hat, waren durch andere Geschäfte abgehalten worden, mit ihm gemeine Sache zu machen; aber auch dieser Mangel möge zum Vortheil gereichen, indem es nunmehr des geistreichen Mathematikers Geschäft werden könne, selbst aufzusuchen, worin die Farbenlehre seiner Hülfe bedürfe, und wie er zur Vollendung derselben das Seinige beitragen könne." Und doch verdammt Hr. von Göthe den mathematischen Theil von Newton's Optik, ob er sich gleich mit diesem Gegenstande nicht selbst hat beschäftigen können.

Ueber den wesentlichen Unterschied seiner Theorie von der, welche die Newton'sche Schule angenommen hat, erklärt er sich wie folgt: „Newton, sagt er, behauptet, dass überall in dem weissen farbenlosen Lichte, und besonders in dem Sonnenlichte, mehrere farbige verschiedene Lichter wirklich enthalten sind, deren Zusammensetzung das weisse Licht hervorbringe. Damit aber diese Lichter zum Vorschein kommen, müsse man das weisse Licht unter besondere Umstände versetzen, müsse ein durchsichtiger Körper es brechen, oder ein undurchsichtiger es zurückwerfen, oder irgend ein Köper es beugen. Und diese Bedingungen sind ihm nicht einmal genug. Er giebt den brechenden Mitteln allerlei Farben, richtet den Raum, in dem er operirt, auf mannigfaltige Weise ein, beschränkt das Licht durch kleine Oeffnungen, durch winzige Spalten, und bringt es auf hunderterlei Art in die Enge. Dabei behauptet er, dass alle diese Bedingungen keinen andern Einfluss haben, als die Eigenschaften, die Fähigkeiten (*fits*) des Lichtes rege zu machen und an den Tag zu legen. Jene farbigen Lichter sind ihm die integrirenden Theile seines weissen Lichtes. Es komme durch alle jene Operationen nichts zu dem Lichte hinzu, es werde ihm auch nichts entzogen, sondern blos seine Fähigkeiten, sein Inhalt offenbart.

Zeigt es nun bei der Refraction verschiedene Farben, so ist es divers refrangibel. Auch bei der Reflexion zeigt es Farben, deswegen ist es divers reflexibel u. s. f. Jede neue Erscheinung deutet auf eine neue Fähigkeit des Lichtes, sich aufzuschliessen, seinen Inhalt herzugeben."

Die Lehre, von der Hr. von Göthe überzeugt ist, und die der Newton'schen entgegensteht, „beschäftigt sich, wie er sagt, ebenfalls mit dem weissen Lichte, und bedient sich auch äusserer Bedingungen, um farbige Erscheinungen hervorzubringen, gesteht ihnen aber Werth und Würde zu. Sie bildet sich nicht ein, Farben aus dem Lichte zu entwickeln, sie sucht uns vielmehr zu überzeugen, dass die Farbe zugleich von dem Lichte und von dem, was sich ihm entgegenstellt, hervorgebracht werde. Also, um nur des Refractionsfalls hier zu gedenken, mit dem sich Newton in der Optik vorzüglich beschäftigt, so ist es keineswegs die Brechung, welche die Farben aus dem Lichte hervorlockt, vielmehr bleibt eine zweite Bedingung unerlässlich: *dass die Brechung auf ein Bild wirke, und solches von der Stelle wegrücke.* Ein Bild entsteht nur durch Gränzen; diese Gränzen übersieht Newton ganz, ja er läugnet ihren Einfluss. Wir aber schreiben dem Bilde sowohl als seiner Umgebung, der hellen Mitte sowohl als der dunkeln Gränze, der Thätigkeit sowohl als der Schranke, in diesem Fall vollkommen gleiche Wirkung zu. Alle Versuche stimmen uns bei, und je mehr wir sie vermannigfaltigen, desto mehr wird ausgesprochen, was wir behaupten, desto planer, desto klarer wird die Sache. Wir gehn vom Einfachen aus, indem wir einen sich wechselseitig entsprechenden Gegensatz zugestehn, und durch Verbindung desselben die farbige Welt hervorbringen. — — Wie nun Newton zu Werke geht, um das Unwahre wahr, das Wahre unwahr zu machen, das ist jetzt unser Geschäft zu zeigen." — —

Der *erste Theil* des Werks des Hrn. von Göthe enthält eine Beschreibung der Phänomene und die Auseinandersetzung seiner Theorie.

Er fängt im *ersten Abschnitte* mit den zufälligen Farben an, untersucht den Eindruck, den der Contrast von Licht und Finsternifs auf die Netzhaut macht, und beschreibt die Sensation, welche entsteht, wenn man starr in einen sehr glänzenden Gegenstand gesehn hat und nun die Augen schliesst, oder auf einen dunkeln Gegenstand wendet. Er geht dann zu der Wirkung gefärbter Bilder über, und ihre Eigenschaft, die Sensation der ergänzenden Farben zu erregen; so z. B. soll ein weisses Papier, auf einer gelben Mauer gesehn, einen violetten Teint annehmen. Auch beschreibt er die gefärbten Schatten und die Höfe, welche man um leuchtende Punkte oder stark erleuchtete Gegenstände wahrnimmt. Alle diese Erscheinungen waren schon bekannt, und die Versuche, welche sich auf sie beziehn, schon in andern Werken beschrieben. Der Verfasser beschliesst diese Abtheilung mit einer Discussion über die pathologischen Farben, die gewissen Krankheiten oder einer besondern Beschaffenheit des Organs eigen sind.

Die *zweite Abtheilung* hat es mit den physischen Farben zu thun, und in ihr vorzüglich entwickelt Hr. von Göthe seine Theorie. „Physische Farben, sagt er, nennen wir diejenigen, zu deren Hervorbringung gewisse materielle Mittel nöthig sind, welche aber selbst keine Farbe haben, und theils durchsichtig, theils trübe und durchscheinend, theils völlig undurchsichtig seyn können. Dergleichen Farben werden also in unserm Auge durch solche äussere bestimmte Anlässe erzeugt, oder, wenn sie schon auf irgend eine Weise erzeugt sind, in unser Auge zurückgeworfen. — — Das Licht kann auf dreierlei Weise unter diesen Umständen bedingt werden. Erstlich, wenn es von der Oberfläche eines Mittels zurückstrahlt, da denn die *katoptrischen* Versuche zur Sprache kommen. Zweitens, wenn es an dem Rande eines Mittels herstrahlt; die dabei eintretenden Erscheinungen nennen wir *paroptische*. Drittens, wenn es durch einen durchscheinenden oder durchsichtigen Körper durchgeht, welches die *dioptrischen* Versuche sind.“

„Man nennt dioptrische Farben diejenigen, zu deren Entstehung ein farbenloses Mittel gefordert wird, dergestalt, daſs Licht und Finsterniſs hindurch wirken, entweder aufs Auge, oder auf entgegenstehende Flächen.“ Der Verfasser untersucht zuerst die Farbe der Flammen, dann die der Atmosphäre, die des Meers und die verschiednen gefärbten Flüssigkeiten. Dann kömmt er zu seiner *Theorie der Refraction*, welches einer der Hauptgegenstände des Werks ist, weil er hier seine eigenthümlichen Meinungen entwickelt: „Wenn man, sagt er, durchs Prisma einen rein grauen oder blauen Himmel, eine rein weiſse oder farbige Wand betrachtet, so wird der Theil der Fläche, den wir eben ins Auge gefaſst haben, völlig von seiner Stelle gerückt seyn, ohne daſs wir deshalb die mindeste Farbenerscheinung darauf bemerken. Wir bemerken eine farbige Erscheinung nur an den Rändern, da wo sich eine solche Fläche gegen einen helleren oder dunkleren Gegenstand abschneidet. Durch Verbindung von Rand und Fläche entstehen Bilder. Wir sprechen daher die Haupterfahrung dergestalt aus: *es müssen Bilder verrückt werden, wenn eine Farbenerscheinung sich zeigen soll.* Wir nehmen das einfachste Bild, ein helles Rund auf dunklem Grunde. An diesem findet eine Verrückung Statt, wenn wir seine Ränder von dem Mittelpunkte aus scheinbar nach Auſsen dehnen, indem wir es vergröſsern. Dieses geschieht durch jedes convexe Glas, und wir erblicken in diesem Fall einen blauen Rand. Wenn wir mittelst eines Hohlglases den Umkreis des Bildes nach dem Mittelpunkte zu scheinbar hinein bewegen, indem wir das Rund zusammenziehn, erscheinen die Ränder gelb. Damit man diesen Versuch mit einem convexen Glase machen könne, bringe man in das helle Rund auf schwarzem Grunde eine kleine schwarze Scheibe. Denn vergröſsert man durch das convexe Glas die schwarze Scheibe auf weiſsem Grund, so geschieht dieselbe Operation, als wenn ein weiſses Rund verkleinert wird; denn wir führen den schwarzen Rand nach dem weiſsen zu, und erblicken also den gelblichen Farbenrand zu-

gleich mit dem blauen. Diese beiden Erscheinungen, die blaue und die gelbe. zeigen sich an und über dem Weissen. Sie nehmen, in sofern sie über das Schwarze reichen, einen röthlichen Schein an. Und hiermit sind die Grundphänomene aller Farbenerscheinung bei Gelegenheit der Refraction ausgesprochen, welche denn freilich auf mancherlei Weise wiederholt, variirt, erhöht, verringert, verbunden, verwickelt, verwirrt, zuletzt aber immer wieder auf ihre ursprüngliche Einfalt zurückgeführt werden können."

„Untersuchen wir nun die Operationen, welche wir vorgenommen haben, so finden wir, dass wir in dem einen Falle den hellen Rand gegen die dunkle, in dem andern den dunkeln Rand gegen die helle Fläche scheinbar geführt, eines durch das andere verdrängt, eines über das andere weggeschoben haben. Rückt man durch ein Prisma die helle Scheibe im Ganzen von ihrer Stelle, so wird sie in der Richtung gefärbt, in der sie scheinbar bewegt wird, und zwar nach jenen Gesetzen, der obere Rand blau und blauroth, der untere gelb und gelbroth. Im ersten Falle wird das helle Bild in den dunkeln Rand hinüber, in dem andern der dunkle Rand über das helle Bild gleichsam hineingeführt. Man bringe zwei Prismen, ein horizontales und ein senkrechtes, übereinander, so erscheint die Scheibe, nach einem allgemeinen Naturgesetze, in der Diagonale verrückt und gefärbt. — Hier bestätigt sich also jener Ausspruch: *ein Bild müsse dergestalt verrückt werden, dass seine helle Gränze über die dunkle, die dunkle Gränze aber über die helle, das Bild über seine Begränzung, die Begränzung über das Bild scheinbar hingeführt werde.*"

In dieser Erklärung besteht die ganze Theorie des Verfassers. An sie knüpft er alle Phänomene, und mit ihr vergleicht er immerfort die Theorie Newtons, um darzuthun, dass es dieser an Klarheit, Präcision und Genauigkeit fehle.

Eine Schwierigkeit bei der neuen Theorie besteht darin, dass wenn an der einen Seite das helle Bild über das dunkle, und an der andern Seite das

dunkle Bild über das helle hingeführt wäre, nothwendig daraus folgen würde, dass das helle Bild mehr und zu gleicher Zeit weniger als das dunkle gebrochen werde. Diese Schwierigkeit, die bloss eine mathematische sey, überläfst Hr. von Göthe den Mathematikern aufzulösen, welche sich mit dem analytischen Theile seiner Theorie beschäftigen werden.

Folgende Gründe für seine Theorie der Farben fügt der Verfasser bei einem nochmaligen Ueberblick hinzu: „Man erinnere sich," sagt er, dass ein helles Bild auf einem dunklen Grunde, und ein dunkles Bild auf hellem Grund, schon in Absicht auf unsere Netzhaut, in einer Art von Conflict stehe. Das Helle erscheint in diesem Fall grösser, das Dunkle kleiner. Bei genauerer Beobachtung dieses Phänomens läfst sich bemerken, dass die Bilder nicht scharf vom Grunde abgeschnitten, sondern mit einer Art grauem, einigermassen gefärbtem Rande, mit einem Nebenbilde, erscheinen. Bringen nun Bilder schon in dem nackten Auge solche Wirkungen hervor, was wird erst geschehen, wenn ein dichtes Mittel dazwischen tritt. Nicht das allein, was uns im höchsten Sinne lebendig erscheint, übt Wirkungen aus und erleidet sie; sondern auch alles, was nur irgend einen Bezug auf einander hat, ist wirksam auf einander und zwar oft in sehr hohem Maasse. Es entsteht also, wenn die Refraction auf ein Bild wirkt, an dem Hauptbilde ein Nebenbild, und zwar scheint es, dass das wahre Bild einigermassen zurückbleibe und sich dem Verrücken gleichsam widersetze, ein Nebenbild aber vorauseile, in der Richtung, in welcher das Bild durch Refraction über sich selbst und über den Grund hin bewegt wird."

Nachdem der Verf. diese Erklärung der Refraction gegeben hat, entwickelt er die Umstände bei der Verrückung eines grauen und eines farbigen Bildes, und beschreibt die chromatischen und hyperchromatischen Phänomene; dann kömmt er zu den direkten Versuchen mit Sonnenstrahlen, und vervollständigt nach ihnen seine Theorie. Hier macht die Behauptung den Anfang, dass ein Sonnenstrahl bei der Brechung ein farbenloses Bild gebe, man müsse aber dazu die Tafel

dem Prisma nahe. stellen, und bloss auf die Mitte des Bildes sehen An den Gränzen des Bildes nimmt man gefärbte Ränder wahr, denn die Sonne wirkt hier, indem sie scheint und strahlt, als ein Bild, und es ereignet sich dasselbe, als in den vorigen Versuchen: ein heller Rand wird gegen eine dunkle Fläche, eine dunkle Fläche gegen eine helle Gränze geführt, und es müssen bei diesen Versuchen, wie bei den vorigen, die Gränzen einen Weg machen, und sich gleichsam über einander drängen." Und diese Erklärungen sollten unendlich viel heller und präciser als die seyn, welche Newton gegeben hat, der dem Gange der Strahlen Schritt für Schritt folgte, und die Erscheinungen der Brechung vollständig analysirte?

Noch beschreibt der Verf. die Umstände, auf welche eine Vergrösserung oder Verkleinerung in der Ausdehnung des Farbenbildes beruhen. Der übrige Theil dieses Kapitels beschäftigt sich mit den katoptrischen Farben, welche die Reflexion des Lichtes begleiten, den paroptischen Farben, welche auf Inflexion beruhen, und den epoptischen Farben, wie er diejenigen nennt, welche mit den Erscheinungen der farbigen Ringe in Zusammenhang stehen.

In der *dritten Abtheilung* handelt Hr. v. Göthe von den chemischen Farben, wie er diejenigen nennt, die sich aus gewissen Körpern ausziehn, oder an Körpern fixiren lassen. Und hier fängt er an die Farben an positive und negative Wirkungen, an die Säuren und die Alkalien zu binden. Er erklärt sich über diese Bestimmung des Lichts nach zwei Polen folgendermassen: „Entstehen der Farben und *sich entscheiden* ist eins. Wenn das Licht mit einer allgemeinen Gleichgültigkeit sich und die Gegenstände darstellt, und uns von einer bedeutungslosen Gegenwart gewiss macht, so zeigt sich die *Farbe* jederzeit specifisch, charakteristisch, bedeutend. Im Allgemeinen betrachtet, entscheidet sie sich nach zwei Seiten. Sie stellt einen Gegensatz dar, den wir *Polarität* nennen und durch + und — recht gut bezeichnen können. An der *positiven* Seite hat man das Gelb, die Wirkung, das Licht, das Hell, die Kraft, die Wärme, die Nähe, das Ab-

stoſsen, die Verwandtſchaft mit den Säuren; an der *negativen* Seite das Blau, die Beraubung, den Schatten, das Dunkel, die Schwäche, die Kälte, die Ferne, das Anziehn, die Verwandſchaft mit Alkalien. Wenn man dieſen ſpecifiſchen Gegenſatz in ſich vermiſcht, ſo heben ſich die beiderſeitigen Eigenſchaften nicht auf; ſind ſie aber auf den Punkt des Gleichgewichts gebracht, daſs man keine der beiden beſonders erkennt, ſo erhält die Miſchung wieder etwas Specifiſches fürs Auge; ſie erſcheint als eine Einheit, bei der wir an die Zuſammenſetzung nicht denken. Dieſe Einheit nennen wir Grün.“

Ich folge dem Verfaſſer nicht in ſeinen Bemerkungen über das Weſen der Farben, und über ihr Verhältniſs zur Philoſophie, zur Mathematik, zu den Künſten, zur Phyſiologie, der Pathologie, der Naturgeſchichte, der allgemeinen Phyſik, und der Akuſtik. Noch weniger laſſe ich mich auf das ein, was er von der ſinnlich-ſittlichen Wirkung der Farbe ſagt. In dieſen *Abtheilungen* (der *vierten, fünften* und *ſechſten*) ſind Thatſachen und metaphyſiſches Raiſonnement ſo mit einander verflochten, daſs eine Analyſe derſelben unmöglich iſt.

Dieſer erſte Theil des Werks enthält, wenn man von der Metaphyſik und von den unbeſtimmten Erklärungen abſieht, eine ziemlich vollſtändige Beſchreibung der vornehmſten Phänomene, die Farben betreffend. Man ſieht, daſs der Verfaſſer die Verſuche gekannt und ſie wiederholt hat; ſieht aber auch zugleich, daſs keine einzige Erſcheinung von ihm gemeſſen worden iſt, und daher rührt das Unbeſtimmte, welches in ſeiner Theorie herrſcht.

Den *zweiten Theil des Werks* hat Hr. von Göthe der Kritik der Optik Newtons beſtimmt. Die genaue und einfache Art, wie Newton ſeine Verſuche und ſeine Schlüſſe darſtellt, ſteht in einem auffallenden Contraſte mit dem emphatiſchen, vagen und ironiſchen Tone, mit dem der Verfaſſer die bekannteſten Thatſachen und die evidenteſten Folgerungen läugnet.

Zu Newton's erſter Propoſition: Lichter, welche an Farbe verſchieden ſind, ſind auch in der Brech-

barkeit verschieden, — bemerkt Hr. v. Göthe: „in den ersten Worten dieser Proposition ist schon die ganze Lehre, wie in einer Nuss, vorhanden, und tritt zugleich jene captiöse Methode völlig ein, wodurch uns Newton das ganze Buch hindurch zum Besten hat.“ *Lichter!* „mehrere? und was denn für welche?“ *welche an Farbe verschieden sind.* „In dem ersten und zweiten Versuche, welche zum Beweise dienen sollen, führt man uns farbige Papiere vor, und die Wirkungen, die von dorther in unser Auge kommen, werden gleich als Lichter behandelt. Offenbar ein hypothetischer Ausdruck, denn der gemeine Sinn beobachtet nur, dass uns das Licht mit verschiednen Eigenschaften der Oberflächen bekannt macht. Dass aber dasjenige, was von diesen zurückstrahlt, als ein verschiedenartiges Licht angesehn werden könne, darf nicht vorausgesetzt werden;“ — *sind auch in der Brechbarkeit,* „wie springt doch auf einmal dieses abstracte Wort hervor? Freilich steht es schon in den Axiomen, und der aufmerksam gläubige Schüler ist bereits von diesen Wundern durchdrungen, und hat nicht mehr die Freyheit, dasjenige, was ihm vorgeführt wird, mit einigem Misstrauen zu untersuchen;“ — *verschieden.* „Die Refrangibilität macht uns also mit einem grossen Geheimnisse bekannt: das Licht, jenes Wesen, das wir nur als eine Einheit, als einfach wirkend, gewahr werden, wird uns nun als ein Zusammengesetztes, aus verschiedenartigen Theilen Bestehendes, auf eine verschiedene Weise Wirkendes dargestellt.“

Newton beweist seine Aussage durch Versuche. Der Verfasser erklärt aber, dass, so ungern er auch gleich von Anfang den Leser durch irgend eine Paradoxie scheu machen möchte, er doch nicht umhin könne, zu behaupten, „dass sich durch Erfahrungen und Versuche eigentlich nichts beweisen lasse.“ In Newton's erstem Versuche werden zwei auf schwarzem Grunde neben einander liegende Vierecke, ein rothes und ein blaues, durch ein Prisma besehen, das mit zwei in grader Linie liegenden Seiten derselben parallel gehalten wird; das blaue scheint höher heraufgerückt zu seyn, als das rothe, woraus Newton schliesst, das

Licht, welches von dem blauen Papiere herkömmt, leide eine gröſsere Brechung, als das, welches von dem rothen Papiere ausgeht. „Dieſs iſt nun, ſagt Hr. von Göthe, der Grund- und Eckſtein des Newton'ſchen optiſchen Werks. Wir haban ſchon bemerkt, wie captiös und taſchenſpielerisch dieſer Verſuch angegeben worden. — Nimmt man Hellblau, ſo wird man die Täuſchung leicht gewahr.“ Es giebt einen röthlichen Rand, und iſt keine homogene Farbe, wie das Dunkelblau, welches Newton zu nehmen räth, und das zu dieſem Verſuche nothwendig iſt. „Wenn die Newtonianer ſich dahinter verſchanzen, ſagt der Verfaſſer, daſs die Lichter nie vollkommen homogen ſind, und immer in gewiſſem Grade mit der Erbſünde ihrer Mutter, des Lichts, befleckt ſind, ſo überlaſſe ich willig die Schule ihrem würdigen Coſacken Hetman; denn in dem ganzen Werke habe ich hinlänglich dargethan, daſs er dieſen Titel verdient.“

In dem dritten Verſuche läſst Newton einen Sonnenſtrahl durch ein Prisma gehen, und bemerkt, die Länge des Spectrums verändere ſich nicht merklich, der Strahl möge an der dickſten oder an der dünnſten Stelle des Prisma hindurch gehn. „Das iſt völlig unwahr, ſagt der Verfaſſer, denn gerade die Gröſse des Winkels des Prisma macht vorzüglich die Ausdehnung des Bildes gegen deſſen Breite verſchieden.“ Er verwechſelt hier die Dicke des Prisma mit der Gröſse des brechenden Winkels; nach ſolchen Fehlgriffen verwundert man ſich nicht mehr über den Widerwillen, den er gegen den mathematiſchen Theil von Newton's Werk äuſsert.

In dem fünften Verſuche zeigt Newton, daſs wenn ein Sonnenſtrahl in einem horizontalen Prisma gebrochen und das Spectrum auf ein ſenkrechtes Prisma geworfen wird, ein nach der Diagonale geneigtes Spectrum entſteht, und ſchlieſst daraus, daſs in der zweiten Brechung jeder Strahl ſich eben ſo als in der erſten verhalte; das heiſst, daſs z. B. der blaue Strahl wieder ſtärker als der rothe gebrochen werde, und ſo ferner. „Auch dieſen Verſuch, ſagt Hr. v. Göthe, betrachtet

Newton durch den Nebel des Vorurtheils. Er weiſs nicht recht, was er ſieht, noch was aus dem Verſuche folgt. Das gebückte Bild, welches er wahrnimmt, iſt keineswegs das aufgefangene erſte, das nach der zweiten Refraction einen Reverenz macht, ſondern ein ganz neues, das nunmehr in der ihm zugenöthigten Richtung gefärbt wird."

Newton findet, indem er den Gang der Strahlen verfolgt, daſs das Blau des erſten Farbenbildes den blauen Strahl des zweiten Spectrums bildet. Dieſes will der Verfaſſer ſchlechterdings läugnen, weil dieſe Beobachtung eine Art von Analyſe erfordert. In dem ganzen Werk: zur Farbenlehre, iſt auch nicht ein einziger Verſuch gemeſſen oder analyſirt; der Verfaſſer verſchanzt ſich immer hinter unbeſtimmte Ideen, und entzieht ſich ſo den beſtimmten Folgerungen, zu denen er genöthigt ſeyn würde, hätte er die Erſcheinungen gemeſſen *).

Ich folge ihm in ſeiner Kritik von Newton's Farbenlehre nicht weiter. Er beſchuldigt Newton bald ſich zu irren, bald wirft er ihm böſen Willen vor, mit dem er die Leichtgläubigkeit ſeiner Leſer zum Beſten habe, indem er die Hauptumſtände bei den Erſcheinungen verheimliche; dann ſchüttet er wieder ſeinen ganzen Haſs und alle Galle der Ironie über die Anhänger Newton's aus. Sein ganzes Raiſonnement geht im Allgemeinen auf Folgendes hinaus: Newton hat eine Erklärung der Erſcheinungen der Brechung gegeben; ich gebe eine ſehr viel einfachere, indem ich ſage, daſs ein Bild über das andere hingleitet. Es iſt genug, gemeinen Menſchenverſtand zu haben, um zwiſchen uns nicht zu ſchwanken, und ich bin überzeugt, daſs kein vernünftiger Menſch Newton's Meinung ſeyn kann. — Der Verfaſſer begnügt ſich nicht ſeine Meinungen auseinander zu ſetzen, er verweiſt ſeine Widerſacher in das Narrenhaus oder in die Küche der Hexen. Er behandelt die Newtonianer als Coſacken, und ihre Mei-

*) *L'auteur ſe retranche toujours dans un vague d'idées au milieu duquel il élude les conſequences poſitives qu'il ſerait forcé de déduire de la meſure des phénomenes.*

nungen als unglaubliche Thorheiten. Er verwundert sich, daſs es in dem menschlichen Gehirn Organe gebe, welche fähig sind, dergleichen Ideen zu fassen, und er wünscht, der Dr. Gall möge den Hirnschädel eines wahren Newtonianers untersuchen, damit dieses Problem aufgelöst werde.

Man ist erstaunt Argumente dieser Art in einem physikalischen Werke zu finden; doch nur gar zu häufig wird man gewahr, daſs der Verfasser nicht in der Gemüthsstimmung war, welche dem unbefangnen Wahrheitsforscher zukömmt. Auch wird er, ungeachtet seiner ausnehmenden Intoleranz, nur wenige Proselyten machen. Da er alle Meinungen, welche Newton in seiner Optik vorträgt, ohne Unterschied verdammt, so wird man nicht aus seinem Werke die Irrthümer kennen zu lernen unternehmen, in welche Newton gerathen seyn kann *).

*) Von dem *zweiten Theile* des Werks sagt dieser kritische Bericht *nichts*. Er enthält Materialien zur Geschichte der Farbenlehre, und es fehlt darin zu Rügen ähnlicher Art nicht an Stoff. Daſs wir indeſs, wie es von dem geistreichen Dichter zu erwarten war, für die Wärme, von der er sich hinreiſsen läſst, — und die zwar im Reiche der Phantasie das Ergreifende, nicht aber, was wir in der Wissenschaft suchen, Ueberzeugung hervorbringt, — bei allem Unhaltbaren seiner wissenschaftlichen Ansicht, doch durch Manches entschädigt werden; diese Ueberzeugung war bei mir so lebhaft, daſs das Werk, seines theuren Preises ungeachtet, unter meinen Büchern nicht fehlt.

Gilbert.

VII.

Herabfallen dreier Meteorsteine am 8. Juli 1811, unweit Burgos in Alt-Kastilien *).

Nach einem Berichte des französischen Divisions-Generals Dorsenne, aus dem Hauptquartiere Burgos, an das französische Institut, hörte man bei dem spanischen Dorfe *Berlanguillas*, an der Strasse von *Aranda* nach *Roa* **), am 8. Juli 1811, um 8 Uhr Abends, beim heitersten Himmel, eine starke Explosion, wie einen starken Kanonenschuss; drei andere folgten; dann eine vierte, die einem Heckfeuer der Infanterie glich. Einige Bauern auf dem Felde hörten dieses Getöse mit Schrecken; es pfiff an ihrem Ohr wie Kugeln vorbei; im aufwirbelnden Sande des Bodens sahen sie etwas fallen. Sie suchten nach; es war ein glühend heisser Stein. Zwei oder drei andere waren noch 60 Schritt in der Runde umher gefallen. Die Commandanten des 7 Stunden entfernten *Aranda* und des Forts *Cachabon* hatten ebenfalls die 3 Kanonenschläge, das Musketenfeuer, und besonders das Kugelpfeifen gehört, und nach allen Seiten Patrouillen ausgeschickt, ohne einen Feind zu finden. Auf den Anhöhen war müssiges Volk zusammen gelaufen, in der Meinung, bald das Schauspiel eines Treffens zu sehen. Als die Patrouillen nach Berlanguillas kamen, erfuhren sie die Ursache des Getöses, und der Alkalde gab ihnen zwei von den aus der Luft gefallnen Steinen.

*) Aus den öffentlichen Blättern, Januar 1812.

**) Beide Flecken liegen an dem Duero im Districte von Burgos. G.

Ankündigung
von
Hrn. Prof. Gilbert's Annalen der Physik
Jahrgang 1812.

Die *Annalen der Physik und der physikalischen Chemie* des Hrn. Prof. Gilbert werden auch in dem gegenwärtigen Jahre monatsweise regelmäſsig, wie in den verflossenen *dreizehn* Jahren, erscheinen. Neue Entdeckungen über Muskelthätigkeit von Erman und Wollaston, über Polarisirung des Lichts und der Farben von Malus und Arago, und über die Gesetze der Verbindungen des Wassers mit andern Körpern und der Bildung von salpetersauren und salpetrigsauren Salzen, Basischen und Doppel-Salzen, von Berzelius, welche für den neuen Jahrgang schon unter der Presse sind, mögen Bürge seyn, daſs diese Annalen sich in ihrem Werthe erhalten werden. Hier eine Andeutung des Wichtigsten, was der eben vollendete Jahrgang gebracht hat.

Der Verfolg der groſsen Arbeiten des unermüdlichen Forschers Davy in London, über die Metalle der Alkalien und der Erden (Heft 1., 2.), Arbeiten, über die er selbst in H. 8. Notizen mittheilt; — und Davy's drei neueste Abhandlungen, welche sich mit seiner *Chlorine* und *Euchlorine* beschäftigen (H. 9.), d. h. mit dem chemisch-einfachen Wesen, das man bisher oxygenirt-salzsaures-Gas genannt hat, und das mit dem Sauerstoff in einer Classe stehend, im Vereinigen mit den verbrennlichen Körpern Verbrennung, Säuren, Oxyde und Salze, und mit dem Wasserstoff Salzsäure bildet, und dessen Verbindung mit Sauerstoff (die sogen. überoxygenirte Salzsäure) für sich als ein leicht detonirendes Gas darzustellen, Davy'n zuerst geglückt ist. Die Annalen enthalten *sämmtliche* hierher gehörige Arbeiten Davy's, alle nach Gilbert's freyer Uebersetzung. — Gilbert's historisch-kritische Untersuchung über die festen Mischungs-Verhältnisse in den chemischen Verbindungen, und über die Gesetze, welche man in ihnen in den neuesten Zeiten entdeckt hat (H. 12.), eine kritische Einleitung in die stöchyometrischen Ansich-

ten und Gesetze, welche der sel. Richter zuerst zur Sprache gebracht hat, und Hr. Berzelius in Stockholm mit rastlosem Eifer verfolgt. — Berzelius's Versuch, die bestimmten und einfachen Verhältnisse aufzufinden, nach welchen die Bestandtheile der unorganischen Natur mit einander verbunden sind, eine vermehrte und verbesserte Ausgabe (H. 3., 4.) und die Erste Fortsetzung dieses Versuchs, ein Originalaufsatz (H. 6.); für Chemie und Physik von der höchsten Wichtigkeit. — Gay-Lussac über die Abhängigkeit der Säure-Capacität der Metalle von ihrer Oxydation (H. 7.); Vauquelin von der Menge von Schwefel, welche die Metalle verschlucken (H. 12.); Stromeyer's Darstellung des Silicum-Eisens (H. 3., 7.) und Analyse von Schaub's Konit; Hausmann's, D'Aubuisson's und Berthier's chemisch-mineralogische Untersuchungen über das Eisenoxyd-Hydrat und dessen Verbindungen (H. 5.), aus denen wir die wahre Natur des Brauneisensteins, Thoneisensteins, Raseneisensteins und Eisenochers kennen gelernt haben; und Berzelius Urtheile über diese und über Davy's Forschungen (H. 6.). — Die interessanten Untersuchungen, welche eine dazu ernannte k. k. Commission über den *Zugo* bei Klein-Saros in Siebenbürgen, und über dessen ewigem Feuer angestellt hat (H. 1.). — Des unglücklichen Optikus Goldschmidt Tod durch Knallsilber und Howard's Versuche über die explodirende Kraft des Knall-Quecksilbers (Heft 1.). — Henry's vergleichende Versuche über das englische und ausländische Kochsalz (H. 2.). — Gay-Lussac's und Thenard's zerlegende Versuche der vegetabilischen und der thierischen Körper (H. 4.) und Berzeliu's Resultate seiner Versuche über die Bildung der organischen Körper (Heft 4.).

Die vielversprechenden Entdeckungen des Hrn. Malus über die Polarisirung der Lichtstrahlen (H. 1, 7.). — Wollaston's Versuche üb. gewisse chemische Wirkungen des Lichtes (H. 11.), aus denen erhellt, dass Ritter's desoxydirende Sonnenstrahlen eher für oxygenirende zu nehmen sind; und Wollaston's Reflexions-Goniometer (H. 4.), für Krystallographen ein wichtiges Geschenk. — Thomas Young's im Detail durchgeführte Theorie des Lichts und der Farben nach dem Systeme der wellenförmigen Schwingungen (H. 10.); dessen Aufstellung eines allgemeinen Gesetzes der Vermischung des Lichts und daraus entspringender noch unbeobachteter Farben (H. 10., 11.),

und *dessen* Verfahren, die Farben dünner Platten durch das Sonnen-Mikroskop Vielen sichtbar darzustellen (H. 11.) — Biot's Bericht über das nach Wunsch geglückte Verfahren des Hrn. d'Artigues in Frankreich, Flintglas zum optischen Gebrauch zu verfertigen, und über die den Dollond'schen gleich kommenden achromatischen Fernröhre gröſster Art, welche der Opticus Cauchoix aus diesem Flintglase verfertigt (H. 4.); und Benzenberg's Schreiben über die Verfertigung groſser Achromate, und den Nutzen von Formeln und Berechnungen bei diesem Geschäft (H. 6.). — Poselger's kritische Nachweisung über das Erscheinen farbiger Ränder um Gegenstände, die man durch ein biconvexes Glas sieht, in Beziehung auf Hrn. von Göthe's Werk zur Farbenlehre (H. 2.).

Cuthbertson's und Singer's vergleichende Versuche über die elektrische Kraft der Cylinder- und der Scheiben-Maschinen, und ein Mittel, ihre Wirkung zu vervierfachen (H. 11.). — Gay-Lussac's und Thenard's Beschreibung des groſsen electr. galvan. Zellen-Apparats der polytechn. Schule, aus 600 Plattenpaaren von 11 Zoll Seite bestehend, und ihrer Versuche mit demselben (H. 6.) — Dessaigne's Untersuchungen üb. die Phosphorescenz der Körper durch Compression (H. 3.); Irvine's Bestimmung der latenten Wärme verschiedener Körper (H. 7.) — Schübler's Versuche über den Einfluſs der Elektricität auf das Blut und auf das Athmen (H. 11.) und des Dr. Renaud in Mainz Versuche über die Bewegung sogen. Pendel, in Beziehung auf Gerboin's und Spindler's neusten Werken, welchem letztern zu Folge der Glaube ein Zweig des thierischen Magnetismus ist.

Tralles amtliche Untersuchungen über das specif. Gewicht der Mischungen aus Alkohol und Wasser, und seine Tafeln für den Gebrauch und die Verfertigung der Alkoholometer (H. 8.). — Fletsher's Beschreibung des Atkin'schen Alkoholometers (H. 8.). — Eytelwein's Ausmittelung eines allg. Gesetzes für die Ausdehnung des Wassers bei versch. Temperaturen nach Gilpin's Versuchen (H. 9). — Carr's Nachweisung, daſs der Lachs schwimmend die Wasserfälle ansteigt (H. 7.). — Die Versuche dreier französ. Physiker üb. den angeblichen Widerstand, den nach Hrn. Bader's Erzählung die Bewegung der Luft in langen Röhren leiden soll (H. 10.); und Benzenberg's über den angeblichen Einfluſs des Schalls der Glocken auf den Barometerstand (H. 10.); dessen Tafel über die Geschwindigkeit des

Schalls in allen Temperaturen (H. 10.); Gough u. Charles über das Bauchreden (H. 5.); Prätorius Horchrohr (H. 10.); und zweier Engländer Versuche über das Tönen der Gasarten (H. 11.). — Englefield's einfaches Reisebarometer; Anweisung zum Gebrauch desselben, mittelst seiner oder mittelst d'Aubuisson's nur eine Seite einnehmende Tafeln (H. 7, 9.); Oltmann's tragbare hypsometrische Tafeln (H. 7.); Horner's Versuch, die von Lindenauschen Barom. Tafeln auf wenig Seiten darzustellen (H. 12.), und Benzenberg vom Höhenmessen mit dem Barometer (H. 12.) — Herabfallen von Meteorsteinen bei Orleans und in Russland (H. 8.); Patrin, dass das Knistern des Nordlichts eine Fabel ist (H. 4.); Böckmann's Allgem. Resultate aus den Karlsruher Witter. Beobb. im J. 1810 (H. 12). — Gr. Rumford vom Vortheile breiter Kutschenräder (H. 8.); Wasserhebungs-Maschinen; Gebläse durch Wasser, Wasserschlitten u. d. m.

Durch Auswahl, Zusammenstellung und eigne freye Bearbeitung der wichtigeren Arbeiten des Auslands, bestrebt sich der Herausgeber, diesen Annalen, denen er seit dreizehn Jahren Kraft und Zeit widmet, eine längere als die gewöhnliche ephemere Dauer zuzusichern. Mögen diejenigen, denen er mit gewissenhafter Treue vorarbeitet, nicht vergessen, dass in diesem Fache Arbeiten der Art um so verdienstlicher sind, je mehr dabei der Herausgeber nur für den Ruhm Anderer sorgt.

Der Preis des Jahrgangs von 12 Heften bleibt 6 thlr. 16 gr. Wer sich an die Rengersche Buchhandlung in Halle selbst wendet, erhält die ersten 30 Bände für 30 thlr. preuss. Curr. Die folgenden 9 Bände, welche die *Neue Folge* ausmachen, werden dem, der als Abonnent eintritt, von der jetzigen Verlagshandlung ebenfalls zu billigen Preisen überlassen.

Im Verlage von Johann Ambrosius Barth
in Leipzig.

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1812, ZWEITES STÜCK.

Die neusten Entdeckungen über die Polarisirung und über die Farben des Lichtes,

zusammengestellt von Gilbert.

Die Versuche, welche Hr. Malus in Paris bis in den März des verflossnen Jahres 1811 über die Polarisirung des Lichtes bekannt gemacht hat, habe ich meinen Lesern, so weit sie in einzelnen Abhandlungen erschienen sind, vollständig in diesen Annalen vorgelegt. (*Neue Folge* B. 1. S. 286. B. 2. 463. B. 7. 109. B. 8. 237.) Schon diese Erfahrungen über die auffallenden Modificationen, welche verdoppelnde Krystalle dem Lichte, das durch sie hindurchgeht, und welche auf ähnliche Art durchsichtige Körper dem Lichte, das sie unter gewissen Winkeln zurückwerfen, bleibend eindrücken, und die Schlüsse, welche aus dieser Polarisirung der Lichtstrahlen über die Natur des Lichtes gezogen worden sind, gehörten zu dem Merkwürdigsten und Ueberraschendsten, was unsere Zeit der Physik gebracht hat. Die beiden neusten Aufsätze des Herrn Malus, welche

man hier findet, führen diesen Gegenstand um vieles weiter, und vollenden ihn gewissermaſsen von einer Seite, während sie von einer andern Seite neue Untersuchungen einleiten. Herr Arago, der vereint mit Hrn. Biot vor mehrern Jahren die feinen Versuche über die Verwandtschaft der Körper zum Lichte, deren meine Leser sich mit Interesse erinnern werden (Annal. B. 27 und 28), angestellt und musterhaft durchgeführt hat, ist, als er die Versuche des Hrn. Malus wiederholte und abänderte, auf eine sehr merkwürdige Entstehungsart prismatischer zum Weiſs sich ergänzender Farben, und besonderer, bisher unbekannter, farbiger Ringe und Säume, geführt worden, welche auf unsere bisherige Ansicht von den Farben einen groſsen Einfluſs haben dürften, und in der physikalischen Farbenlehre eine bedeutende Rolle spielen werden. Von ihnen handelt der vierte Auſsatz, zwar nur im Auszuge, doch mit hinreichender Umständlichkeit, um Freunden dieses Theils der Naturlehre eine deutliche Uebersicht über diese neue Klasse von Farbenerscheinungen zu geben, und sie in den Stand zu setzen, sie selbst hervorzurufen. Und dieses ist nicht sehr schwer, besonders wenn man sich mit einem prismatischen Fernrohr mit verdoppelndem Prisma versieht, von welchem der dritte Auſsatz handelt. Möge indeſs, wer diese Versuche mehr auszubilden und sie weiter zu führen unternimmt, sich die Genauigkeit und die Schärfe zum Muster nehmen, welche die HH. Malus und Arago in ihren Untersuchungen zu ereichen gewuſst haben.

I.

Ueber die Erscheinungen, welche die Zurückwerfung und die Brechung des Lichts begleiten,

von

dem Oberstlieutenant Malus, Mitgl. d. Inst.

(vorgel. in der ersten Kl. d. Inst. am 7. Mai 1811)

Frei übersetzt von Gilbert.

Ich habe schon mehrmals die Ehre gehabt, die Klasse von den sonderbaren Umständen zu unterhalten, die eintreten, wenn das Licht an der Oberfläche der undurchsichtigen und der durchsichtigen Körper zurückgeworfen wird. Die neuen Resultate, die ich ihr jetzt vorzulegen im Begriff bin, verbreiten volles Licht über die physischen Eigenschaften, welche das Licht durch Einfluss der Körper annimmt, die dasselbe zurückwerfen. Sie vollenden einigermassen die Theorie dieses neuen Zweigs der Optik, indem sie sie auf eine kleine Zahl wohl unterschiedner Thatsachen zurückführen, die verbunden die mannigfaltigen und ausserordentlichen Erscheinungen erzeugen, welche man bei diesen Versuchen wahrnimmt.

Ueber das, was ich unter einem *polarisirten* Lichtstrahl verstehe, habe ich mich schon hinlänglich erklärt *). Ich nenne so einen Lichtstrahl, der

*) In einer Vorlesung am 11. März 1811; diese *Annalen* Jahrgang 1811. St. 7., oder *N. F.* B. 8. S. 228 f., und zwar das. S. 240. *Gilbert.*

bei gleichem Einfallswinkel auf einen durchsichtigen Körper die Eigenschaft hat, entweder zurückgeworfen zu werden, oder sich der Zurückwerfung zu entziehn, je nachdem er dem einwirkenden Körper eine andere Seite zuwendet; und es stehen diese Seiten oder Pole des Lichtstrahls stets auf einander unter rechten Winkeln.

Ich hatte ferner bemerkt, dass, um einen Lichtstrahl zu polarisiren, es hinreichend ist, ihn entweder durch einen Krystall von doppelter Strahlenbrechung hindurchgehn zu lassen, wobei zwei entgegengesetzte polarisirte Lichtbündel entstehn *); oder ihn von einem nicht belegten Spiegelglase, das mit der Richtung des Strahls einen Winkel von 35° 25′ macht, zurückwerfen zu lassen, in welchem Falle, wie ich bewiesen habe, alles zurückgeworfne Licht auf die eine Art, der gebrochne Strahl dagegen auf die entgegengesetzte Art polarisirt wird, und zugleich dem zurückgeworfnen Lichte proportional ist.

Von dieser letztern Thatsache gehe ich bei den hier zu erzählenden Versuchen aus.

1.

Um der Phantasie zu Hülfe zu kommen, wollen wir uns einen senkrecht herabkommenden Licht-

*) *Deux faisceaux polarisés en sens contraire*, so nennt Hr. Malus, wie aus dem vorigen Absatz erhellt, zwei Lichtstrahlen, worin die übereinstimmenden Seiten oder Pole des einen auf die des andern senkrecht stehen, eigentlich also einander nicht ganz entgegen gesetzt sind. *Gilbert.*

ſtrahl denken, der in der Richtung des Meridians polariſirt iſt, und unter den ein nicht belegtes Spiegelglas ſo angebracht ſey, daſs es ſich um dieſen Strahl rund umher drehen laſſe, während es mit demſelben immerfort einen Winkel von 35° 25′ macht. Um das Licht, welches in den verſchiednen Lagen dieſes Spiegelglaſes durch daſſelbe hindurchgeht, zu analyſiren, ſetzte ich darunter einen rhomboedriſchen isländiſchen Kryſtall ſo, daſs der Hauptſchnitt deſſelben in der Mittagsebne iſt. Die Ebne, welche durch den einfallenden und den von dem Spiegelglaſe zurückgeworfenen Strahle geht, will ich die *Einfallsebene* nennen *).

Die Einfallsebene befinde ſich nun zuerſt in der Mittagsebene. In dieſem Fall iſt der *zurückgeworfne* Strahl vollſtändig polariſirt, ſo daſs, wenn man ihn durch einen isländiſchen Kryſtall hindurchgehn

*) Bei dem Originale finden ſich keine Figuren. Zur Erleichterung der Vorſtellung habe ich auf Taf. I. in Fig. 1. dieſe Vorrichtung in einer ziemlich rohen Zeichnung dargeſtellt. AB iſt der ſenkrechte polariſirte Strahl, deſſen eine Seite α in der Mittagsebne MN liegt, und deſſen andere Seite β auf dieſer Ebne ſenkrecht ſteht. Er fällt auf das unbelegte Spiegelglas SP unter einem Winkel ABL = 35° 25′ auf (vergl. *Ann. N. F.* B. 7. *S.* 110), und wird, iſt BM das Einfallsloth, theils zurückgeworfen in der durch AB und BM gehenden Einfallsebne AE, ſo daſs GBC = LBA iſt, theils geht er durch das Spiegelglas, zweimal gebrochen, in derſelben Richtung BD, in welcher er ankam, hindurch, und hier trifft er in D auf den isländiſchen Kryſtall, der ſo ſteht, daſs ſeine Oberfläche horizontal, und ſein Hauptſchnitt HI in der Richtung der Mittagsebene MN iſt. *Gilbert.*

ließe, dessen Hauptschnitt mit der Einfallsebene parallel wäre, er in einem einzigen Strahlenbündel nach dem gewöhnlichen Brechungsgesetze würde gebrochen werden. Auch der Strahl, der durch das Spiegelglas *hindurchgeht*, wird dann durch das darunter stehende Rhomboeder in einem einzigen gewöhnlichen Strahle gebrochen.

Dreht man nun das Spiegelglas um den senkrechten Lichtstrahl wie um eine Axe, so dass z. B. die Einfallsebene sich der Richtung Nord-West nähert, so vermindert sich das Licht, welches das Glas *zurückwirft*, der Menge nach, bleibt aber vollkommen polarisirt, und zwar in Beziehung *(par rapport)* auf die neue Einfallsebene. Des *gebrochenen* Lichtes wird in eben dem Verhältnisse mehr, als die Menge des zurückgeworfnen Lichtes abnimmt; was aber zu dem hinzukömmt, welches in der ersten Lage des Glases hindurchging, ist in Beziehung auf die neue Einfallsebene polarisirt. Der gebrochne Strahl wird daher dann beim Durchgehen durch den untern Rhomboeder in zwei Strahlen zerlegt, von denen der ungewöhnlich gebrochne sein *Maximum* der Intensität erreicht, wenn das Spiegelglas die Hälfte einer Viertel-Umdrehung gemacht hat, wenn folglich in unserm Falle die Einfallsebene in der Richtung Nord-West ist; und in dieser Lage wirft das Spiegelglas genau halb so viel Licht zurück, als in der ersten.

Fährt man fort, das Spiegelglas zu drehen, und nähert die Einfallsebene der Richtung nach West, so nimmt das *zurückgeworfne* Licht noch ferner an

Intenſität ab, das *gebrochne* Licht dagegen in eben dem Verhältniſſe zu; und der ins untere Rhomboeder durch die auſserordentliche Brechung erzeugte Strahl wird ſchwächer, indeſs der gewöhnlich gebrochne Strahl an Intenſität immer mehr zunimmt. Hat endlich das Spiegelglas genau eine Viertel-Umdrehung gemacht, ſo wirft es nicht ein einziges Lichttheilchen mehr zurück, und der Strahl, den es hindurchläſst, wird in dem untern Kryſtall in einen einzigen Lichtbündel auf gewöhnliche Art gebrochen.

Alſo nimmt das zurückgeworfne Licht ab, das gebrochne dagegen immer zu, von der erſten Lage des Spiegelglaſes an, bis beim Drehen deſſelben die Einfallsebene einen Bogen von 90 Graden durchlaufen hat. Zugleich nimmt auf eben dieſe Art der im untern Rhomboeder durch gewöhnliche Brechung gebildete Strahl von der erſten Lage bis zu dieſer letztern immerfort zu; der ungewöhnlich gebrochne Strahl nimmt aber nur ſo lange zu, bis die Einfallsebne einen Winkel von 45 Graden durchlaufen hat; dann nimmt er wieder ab, und wird null, wenn das Glas den vierten Theil einer Umdrehung vollendet hat. Bei einer ganzen Umdrehung hat folglich das *zurückgeworfne* Licht zwei *Maxima*, welche den Richtungen Nord und Süd, und zwei abſolute *Minima*, die den Lagen Oſt und Weſt zugehören; eben ſo hat das *durchgelaſſene Licht* und der Theil deſſelben, welcher in dem Rhomboeder die *gewöhnliche* Brechung erleidet, zwei *Mini-*

ma, den Lagen Nord und Süd, und zwei *Maxima* den Lagen Oſt und Weſt entſprechend; das *ungewöhnlich*-gebrochne Licht hat dagegen vier abſolute *Minima*, welche den Lagen N, S, O, W, und vier abſolute *Maxima*, welche den Lagen NW, SO, NO, SW entſprechen.

2.

Iſt die Einfallsebene in einer dieſer letztern Lagen, z. B. in der NW, ſo läſst ſich eine beſondere Erſcheinung wahrnehmen, welche zu einem wichtigen Reſultate über das Maaſs der verſchiednen Intenſitäten des zurückgeworfnen und des hindurchgelaſsnen Lichtes führt. Zu dieſer Lage gehört eins der *Maxima* des ungewöhnlich gebrochnen Lichtes. Dreht man das untere Kalkſpath-Rhomboeder ein wenig, ſo daſs der Hauptſchnitt nach NO zu vorrückt, ſo nimmt der ungewöhnlich gebrochne Strahl ſehr ſchnell an Stärke ab, und verſchwindet ſelbſt ganz, wenn das Licht nicht ſehr intenſiv iſt; über dieſe Gränze hinaus erſcheint er wieder. Wenn man den von dem Hauptſchnitt beſchriebnen Winkel, welchem dieſes neue *Minimum* entſpricht, beobachtet, ſo läſst ſich daraus direct auf das Verhältniſs ſchlieſsen, worin das hindurchgelaſsne Licht in ſeinem *Maximo* und in ſeinem *Minimo* ſteht. In der That führt auch die Theorie zu dem Reſultate, daſs das Licht, welches das Spiegelglas in ſeiner erſten Lage hindurchläſst, zu der Lichtmenge, um welche jenes Licht nach einer Viertel-Umdrehung vermehrt worden iſt, ſich wie die Einheit zu zweimal der Tan-

gente des doppelten Winkels, den man beobachtet hat, verhält. Es läſst ſich folglich durch Meſsen eines einzigen Winkels das Haupt-Element dieſer Phänomene beſtimmen. Iſt dieſe Gröſse einmal beſtimmt, ſo kann man daraus leicht, vermöge der Theorie, das Verhältniſs der Intenſität des gewöhnlich- und des ungewöhnlich-gebrochnen Strahls, nicht bloſs in ihren *Maximis*, ſondern auch in jeder andern Lage dazwiſchen ableiten.

3.

Man denke ſich das Spiegelglas wiederum in der Lage, in welcher es das Viertel einer Umdrehung gemacht hat, und ſtelle ſich vor, es werde nun um eine horizontale Axe drehbar, ſo, daſs die Einfallsebne immerfort einen Winkel von 45° mit der Mittagsebne mache, während der Winkel, unter welchem der ſenkrechte Strahl gegen das Glas geneigt iſt, gröſser und kleiner werde *). Macht das Glas einen Winkel nur von einigen Graden mit dem Horizonte, ſo wirft es den einfallenden ſenkrechten Strahl zum Theil zurück, das zurückgeworfne Licht findet ſich dann aber nicht, wie in dem vorigen Verſuche, in Beziehung auf die Einfallsebne, ſondern in Beziehung auf die Mittagsebne polariſirt. Hat man auf dem Spiegel-

*) Wenn alſo in Fig. 2., LG wiederum den Durchſchnitt der Einfallsebne AE mit dem Spiegelglaſe SP vorſtellt, und wenn die Linie RQ in dem Glaſe, in der Richtung der Mittagsebne MN, durch den Einfallspunkt B des Lichtſtrahls ſenkrecht auf LG gezogen iſt, ſo denke man ſich, das Spiegelglas werde um die horizontale Axe RQ gedreht. *Gilbert.*

glase eine Linie, in der Richtung der Mittagsebne gezogen, und läfst das zurückgeworfne Licht auf einen isländischen Krystall fallen, dessen Hauptschnitt mit dieser Linie parallel ist, so wird dann der ganze Lichtstrahl in dem Krystalle in einem einzigen gewöhnlichen Strahle gebrochen werden.

Vergrößert man die Neigung des Spiegelglases gegen den senkrechten Strahl *), so findet sich in dem zurückgeworfnen Lichte, *erstens* Licht, welches in Beziehung auf die Mittagsebene polarisirt ist, und *zweitens* ein anderer Antheil Licht, der in Beziehung auf die Einfallsebene polarisirt ist. Macht das Spiegelglas mit dem senkrechten Strahl einen Winkel von 35° 25', so wird alles zurückgeworfne Licht in Beziehung auf die Einfallsebne polarisirt; über diese Gränze hinaus fängt es aber wiederum an zum Theil in Beziehung auf die Mittagsebne polarisirt zu werden, und der in Beziehung auf die Einfallsebne polarisirte Lichtantheil nimmt an Intensität ab, bis das Spiegelglas die senkrechte Lage erreicht hat.

Es ist kaum nöthig, zu bemerken, dass in allen diesen Lagen der durch Brechung in dem untern Rhomboeder gebildete *außerordentliche* Strahl stets derjenigen Menge des zurückgeworfnen Lichtes, welche in Beziehung auf die Einfallsebene polarisirt wird, proportional ist. Dreht man

*) Das heisst, *verkleinert* man den *Neigungswinkel* des Strahls gegen das Spiegelglas, indem man dieses letztere so dreht, dass es mit dem Horizonte einen grösern Winkel macht. *Gilbert.*

das Rhomboeder, wie in dem vorigen Verſuche, ſo, daſs der Winkel, den der Hauptſchnitt deſſelben mit der Einfallsebne macht, immer gröſser wird, ſo erreicht der auſserordentliche Strahl ein *Minimum* der Intenſität, und durch Meſſen der Gröſse des beſchriebenen Winkels ergiebt ſich das Verhältniſs, worin die Menge des polariſirten Lichtes zu der ſteht, welche durch das Spiegelglas, ohne dieſe Modification zu erleiden, hindurch geht. Durch dieſes Mittel läſst ſich folglich die Menge von Licht beſtimmen, welche unter verſchiednen Einfallswinkeln polariſirt wird, und das Meſſen bei dieſem Phänomen wird auf bloſses Beobachten von Winkeln zurück gebracht, wodurch dieſes Problem, welches bisher für mich mit den gröſsten Schwierigkeiten verſtrickt war, ſich bedeutend vereinfacht.

4.

Man ſetze in dem vorigen Verſuche an die Stelle des Spiegelglaſes, ganz unter denſelben Umſtänden, einen ebnen *Metallſpiegel*, ſo daſs die Einfallsebne des ſenkrechten Strahls auch bei ihm unverändert einen Winkel von 45° mit der Mittagsebne mache. Iſt dieſer Spiegel nur einige Grade gegen den Horizont geneigt, ſo findet ſich alles Licht, welches er zurückwirft, in Beziehung auf die Mittagsebne polariſirt, wie es das einfallende Licht des ſenkrechten Strahles war. Wird die Neigung des Spiegels gegen den Horizont vergröſsert, ſo wirft er Licht zurück, wovon ein Theil in Beziehung

auf den Meridian, ein anderer Theil in Beziehung auf die Einfallsebne polarisirt ist; und man erreicht endlich eine gewisse Neigung, in welcher das Licht ganz und gar in Beziehung auf die Einfallsebne polarisirt wird. Ueber diese Gränze hinaus erscheint in dem zurückgeworfnen Strahle wieder Licht, das in Beziehung auf den Meridian polarisirt ist, und das in Beziehung auf die Einfallsebne polarisirte Licht nimmt an Intensität immer mehr ab, bis der Spiegel vertical wird.

Die durchsichtigen Körper und die Metalle wirken folglich genau auf einerlei Art, auf das Licht, welches sie zurückwerfen. Der einzige Unterschied ist, daſs die durchsichtigen Körper alles Licht, welches sie in der einen Richtung *(dans un sens)* polarisiren, durch sich hindurch lassen und brechen, und das in der andern Richtung *(dans le sens contraire)* polarisirte Licht zurückwerfen; daſs dagegen die Metalle das durch sie in der einen und in der andern Richtung *(dans les deux sens)* polarisirte Licht beides zurückwerfen: wohl verstanden jedoch, daſs sie dabei an dem Vermögen Theil nehmen, welches alle andere undurchsichtige Körper haben, in gröſserer Menge die Arten von Strahlen zu verschlucken, welche die durchsichtigen Körper durch sich hindurch lassen.

Dieser letztere Versuch giebt uns ein Mittel an die Hand, den *Winkel* zu bestimmen, unter welchem polirte Metalle das Licht polarisiren, und zeigt zugleich, warum es unmöglich war, bei ihnen

dieſen Winkel durch dieſelbe Methode zu beſtimmen, deren ich mich bei den durchſichtigen Körpern bedient hatte. Denn wenn natürliches [unverändertes] Licht auf das Metall unter dieſem Winkel auffällt, ſo enthält der zurückgeworfne Strahl zugleich die Lichttheilchen, welche in der einen, und die, welche in der andern Richtung polariſirt ſind, und er muſs daher, wenn man ihn durch einen isländiſchen Kryſtall zerlegt, dieſelben Eigenſchaften zeigen, als der unter den gröſsten und der unter den kleinſten Einfallswinkeln zurückgeworfne natürliche Lichtſtrahl, welches in dieſem Fall die Gränze, die wir ſuchen, unbeſtimmbar macht. Man vermeidet dieſe Schwierigkeit, wenn man einen ſchon polariſirten Lichtſtrahl von dem Metallſpiegel zurückwerfen läſst; muſs dann aber, nicht wie bei den durchſichtigen Körpern, den Winkel, unter welchem die Polariſirung am vollſtändigſten iſt, ſondern vielmehr den Winkel, unter welchem die Entpolariſirung *(la dépolariſation)* am vollſtändigſten iſt, beobachten. Man muſs aus dieſem Grunde bei den *Metallen* ſich der Zurückwerfung eines ſchon polariſirten Lichtſtrahls bedienen, und dabei darauf ſehen, daſs die Pole des Strahls einen Winkel von 45° mit der Einfallsebene machen; man beobachtet dann den Winkel, unter welchem das Licht entpolariſirt, wie ein natürlicher Strahl, erſcheint. Für die *durchſichtigen Körper* bedient man ſich dagegen der Zurückwerfung eines natürlichen Strahls, und beobachtet den Winkel, unter welchem das Licht vollſtändig

II.

Ueber die Axe der Brechung der Krystalle und der organischen Körper,

von

dem Oberstlieutenant Malus, Mitgl. d. Inst.

(Vorgelesen in der ersten Kl. d. Inst. am 29. Aug. 1811.)

Frei übersetzt von Gilbert.

Es ist meine Absicht, der Klasse eine Beschreibung der Mittel vorzulegen, deren ich mich bediene, um in Krystallen, an denen keine Spur von ihrer primitiven Gestalt wahrzunehmen ist, z. B. an Stücken Bergkrystall, die zu verschiednem, besonders optischem Gebrauche geschnitten sind, die Axe der Krystallisation und der Brechung aufzufinden. Dieses Verfahren ist schon in den optischen Werkstätten eingeführt, in welchen Rochon'sche Micrometer verfertigt werden *). Noch leichter läſst sich mittelst desselben die Axe der Brechung in Krystallen auffinden, die nicht entstellt sind, und ich bin durch Anwendung desselben zu Resultaten über die Structur nicht nur der Krystalle, sondern auch der vegetabilischen und der thierischen Körper gelangt, von denen ich gleichfalls die Klasse unterhalten will.

Man wird sich aus meinen vorigen Abhandlungen erinnern, wie ich die Richtung, nach welcher

*) Eine kurze Notiz von diesen Mikrometern, welche aus einem Prisma aus verdoppelndem Kalkspath bestehn, füge ich in dem folgenden Aufsatze bei. *Gilbert.*

ein Lichtstrahl polarisirt ist, *erkenne.* Ich bringe in den Lichtstrahl einen verdoppelnden Krystall, und drehe diesen so lange, bis durch ihn der Lichtstrahl nicht mehr durch die doppelte Strahlenbrechung modificirt wird. In dieser Lage giebt die Richtung des Hauptschnitts des Krystalls die Richtung der Pole des Lichtstrahls; und ist umgekehrt die Richtung der Pole des Lichtstrahls bekannt, so zeigt sie uns zugleich die Richtung des Hauptschnitts. Da endlich der Hauptschnitt jeder natürlichen oder künstlichen Seitenfläche des Krystalls eine Ebene ist, welche auf die brechende Seitenfläche senkrecht steht und mit der Axe der Brechung parallel ist, so braucht man nur für zwei der Seitenflächen des Krystalls die Lage der Hauptschnitte bestimmt zu haben, so muss uns der Durchschnitt dieser Ebenen die Richtung der Axe der Krystallisation und der Brechung anzeigen; und dieses macht den Gegenstand der Aufgabe aus *).

Um die Hauptschnitte aufzufinden, bediene ich mich der in meiner letzten Abhandlung beschrie-

*) Ueber den Hauptschnitt und die Axe des primitiven Kalkspath-Rhomboeders, oder sogen isländischen Krystalls, findet der Leser mehreres in B 1 der *N. F.* dieser *Annal.* S. 252. f. Herr **Malus** giebt in seiner *Theorie de la double réfraction* den Winkeln, welche die Gestalt dieses Rhomboeders bestimmen, folgende Grössen: Neigungswinkel zweier Seitenflächen 101° 55′ und 78° 5′; Winkel der Seitenlinien mit einander 105° 5′ und 75° 45′; Neigungswinkel der Kanten gegen die Seitenebnen 119° 8′ 11″ und 60° 51′ 49″; Winkel der Axe mit den Seitenebnen 45° 28′. *Gilbert.*

benen Methode, welche darin besteht, daſs ich den Körper, dessen Einwirkung auf das Licht untersucht werden soll, zwischen zwei feste das Licht polarisirende Körper bringe und bewege. Die Resultate sind dieselben, man mag das Licht durch einen Körper von doppelter Strahlenbrechung polarisiren, oder dadurch, daſs man es blos von einem Körper zurückwerfen läſst. So z. B. diente mir bei den Versuchen, welche ich in meiner vorigen Abhandlung beschrieben habe, ein Spiegelglas, das Licht durch Zurückwerfung zu polarisiren, und ein Kalkspath-Rhomboeder, dessen Hauptschnitt der Zurückwerfungsebne parallel war, den modificirten Strahl zu analysiren, indem es darauf ankam, die nach beiden Richtungen *(dans les deux sens)* polarisirten Strahlen ihrer Intensität nach zu vergleichen. Dabei bemerkte ich, daſs das gewöhnlich gebrochne Licht nur zwei *Maxima* und zwei *Minima*, das ungewöhnlich gebrochne Licht dagegen vier *Maxima* und vier *Minima* hat; ein Umstand, der mir zur Erklärung der Erscheinungen diente, die zugleich von der doppelten Strahlenbrechung und von der Zurückwerfung im Innern der Krystalle abhängen.

In dem Fall, auf den es hier ankömmt, wo man nicht die Intensitäten des Lichtes zu vergleichen, sondern blos eine absolute Erscheinung zu bestimmen hat, bediene ich mich eines noch einfacheren Apparats, der aus zwei unbelegten Spiegelgläsern besteht, deren zweite Oberfläche über der Flamme

einer Lampe geschwärzt worden ist. Eines dieser Spiegelgläser befestige ich an einer lothrecht stehenden Tafel auf ihr senkrecht, so daſs es gegen den Horizont unter einem Winkel von 54° 35′ geneigt ist; und darunter das zweite, so daſs es ebenfalls mit dem Horizonte einen Winkel von 54° 35′, dabei aber mit der Tafel einen Winkel von 35° 25′ macht. Licht, das, nach der Zurückwerfung von dem ersten Spiegelglase zu dem zweiten, in lothrechter Richtung herabkömmt, hat das Vermögen verloren, von diesem zweiten Spiegelglase zurückgeworfen zu werden, und dringt ganz in dasselbe ein. Stellt man zwischen beide Gläser einen Krystall von doppelter Strahlenbrechung, so daſs sein Hauptschnitt auf eins der beiden Spiegelgläser senkrecht steht, so behält das Licht, welches durch ihn hindurchgeht, seine Eigenschaften; es wird von dem zweiten Glase nicht zurückgeworfen, und man wird kein Licht gewahr, wenn man das Auge in die Verlängerung dieses Strahls hält. Hört der Hauptschnitt des Krystalls auf, senkrecht auf eins der beiden Spiegelgläser zu seyn, so wird das Licht, welches durch ihn hindurchgeht, in zwei nach den entgegengesetzten *) Richtungen polarisirte Strahlenbündel getheilt, die, wenn sie auf das zweite Glas auffallen, die Disposition nicht mehr haben, welche sie der partiellen Zurückwerfung entzieht. Das Auge erhält eine gewisse Menge

*) D. h. nach auf einander senkrecht stehenden, vergl. S. 120. *Gilbert.*

von Licht, welche in ihrem *Maximum* ist, wenn der Hauptschnitt des Kryſtalls um die Vertikallinie einen Winkel von 45° beschrieben hat, und welche wieder *null* wird, wenn der Hauptschnitt genau das Viertel einer Umdrehung vollendet hat.

Man setze alſo zwiſchen die beiden Spiegelgläſer ein horizontales-Tiſchchen, welches ein Loch in Geſtalt eines Rechtecks hat, von deſſen Seiten zwei mit der lothrecht-ſtehenden Tafel parallel, zwei auf ihr ſenkrecht ſind. Ueber dieſes Loch ſetze man den Kryſtall und drehe ihn ſo lange, bis das Licht, welches durch ihn hindurchgeht, von dem zweiten Spiegelglaſe nicht mehr zurückgeworfen wird, und die untere Fläche dieſes Glaſes *(le fond)* vollkommen dunkel erſcheint. Man macht ihn in dieſer Lage feſt, und zieht auf der untern Seitenfläche deſſelben, parallel mit den Seiten des rechteckigen Lochs, zwei gerade Linien.

Wenn man nun in den Kryſtall zwei Schnitte macht, welche auf dieſe Seitenfläche deſſelben ſenkrecht ſtehn, und mit den gezognen Linien parallel ſind, ſo muſs einer dieſer beiden Schnitte nothwendig der Axe der Kryſtalliſation parallel ſeyn. Um dieſe Axe zu erkennen, muſs man mit dieſen neuen Seitenflächen dieſelbe Probe machen, wie mit der erſten. In einer derſelben werden die beiden unter rechten Winkeln auf einander gezognen Linien auf denen in der erſten Seitenfläche gezogenen ſenkrecht ſtehn, und das iſt ein Zeichen, daſs dieſe Fläche auf den Hauptſchnitt ſenkrecht iſt. In der andern, welche

folglich der Axe parallel feyn mufs, werden die beiden unter rechten Winkeln auf einander gezognen Linien gegen den Durchfchnitt der Seitenflächen geneigt feyn, und eine diefer Linien wird die Richtung der Axe geben. Um fie zu beftimmen, ift es hinlänglich, einen neuen Schnitt parallel mit irgend einer diefer Linien zu machen. Wenn in diefem dritten Schnitte die auf einander fenkrecht ftehenden Linien, die eine parallel, die andre fenkrecht mit der ift, welche die Richtung des Schnitts beftimmt hat, fo giebt diefer die Richtung der Axe. Hört dagegen in diefem dritten Schnitte die Erfcheinung der Depolarifirung auf, das heifst, bleibt das Spiegelglas, welches das Licht zurückwerfen foll, dunkel, wenn man den Kryftall dreht, fo ift die Richtung der Axe fenkrecht auf die Linie, welche die Richtung des Schnitts beftimmt hat, und folglich fenkrecht auf die letzte Seitenfläche.

Man fieht hieraus, dafs höchftens drei und oft nur zwei Schnitte erfordert werden, um bei jedem Körper die Axe der Brechung und der Kryftallifation zu beftimmen, welche Veränderungen er auch in feiner äufsern Geftalt erlitten haben mag. Diefe drei Operationen, welche für den Mineralogen nothwendig find, wenn er die Axe der Kryftallifation eines Körpers beftimmen will, bedarf ein Künftler bei der Verfertigung eines Mikrometers nicht; er kann gleich in der erften Operation die Richtung erkennen, in welcher er den Kryftall fchneiden mufs, damit diefer die Erfcheinungen gebe, welche er verlangt.

Stehn die beiden rechtwinklichen Linien, welche in dem ersten Schnitt, den der Optiker gemacht hat, gezogen sind, auf die beiden Linien in der ersten Seitenfläche senkrecht, so kann er zwei Prismen schneiden, deren Kanten mit der die Richtung des Schnitts bestimmenden Linie parallel seyn müssen. In jedem dieser Prismen ist die Axe der Brechung auf die Kanten senkrecht, gegen die Seitenflächen aber unter verschiednen Winkeln geneigt; welches hinreicht, die verlangte Wirkung zu erhalten, wie ich in der Theorie, die ich für diese Art von Erscheinungen gegeben, bewiesen habe (*Theorie de la double réfr.* p. 270—276). Wenn dagegen die beiden Linien in dem ersten Schnitt gegen die in der ersten Seitenfläche geneigt sind, so muss er die beiden Prismen so schneiden, dass die Kanten des einen mit der einen, und die Kanten des andern mit der andern jener Linien parallel sind. In dem einen derselben sind die Kanten mit der Axe des Krystalls parallel, in dem andern sind sie auf dieser Axe senkrecht. Auf dieses Verfahren war Herr Rochon durch seine Versuche gekommen.

Die Methode, durch welche sich die Axe der Körper von doppelter Strahlenbrechung auffinden läfst, muss noch in höherm Grade geeignet seyn, um mittelst ihrer zu erkennen, ob ein Krystall mit dieser Eigenschaft begabt ist, oder nicht; denn jedesmahl wenn das Glas, welches das Licht zurückwerfen soll, vollkommen dunkel erscheint, läfst sich schliessen, dass der Krystall diese Eigenschaft nicht besitzt; wenn dagegen das Glas abwechselnd hell

und dunkel erscheint, so besitzt der Krystall das Vermögen, die Bilder zu verdoppeln. Diese Methode dient gleich gut, Krystalle von doppelter Strahlenbrechung zu erkennen, sie mögen die beiden Bilder weit oder nur sehr wenig von einander entfernen; und für die letztere ist sie allein anwendbar, indem in ihnen die Zerstreuung der Bilder viel stärker als ihre Entfernung ist, und sie sich daher nicht getrennt erhalten lassen.

Ich habe alle durchsichtige Mineralien und alle krystallisirbare chemische Präparate dieser Art von Analyse unterworfen, und bin dadurch auf das allgemeine Resultat geführt worden, dass alle diese Körper mit doppelter Strahlenbrechung begabt sind, diejenigen allein ausgenommen, welche in Würfeln oder in regelmässigen Octaedern krystallisiren. Da diese der Zahl nach die wenigern sind, so wird man hinfüro nicht wie ehemals Verzeichnisse von Körpern geben, welche die doppelte Strahlenbrechung haben, sondern von denen, welchen sie fehlt. Diese Bemerkung kann uns in manchen Fällen darauf führen, die nicht recht bestimmte Krystallgestalt einiger Körper zu erkennen. Da z. B. das Eis eine Krystallisations-Axe zeigt, so ist die Krystallgestalt desselben wahrscheinlich kein regelmässiges Octaeder, wie man vermuthet hatte.

In den Krystallen von prismatischer Gestalt ist gewöhnlich die Axe der Brechung den Kanten des Prisma's parallel, welches auch übrigens ihre primitive Gestalt sey.

Noch viel überraschender ist es indeſs, daſs alle organiſirte, vegetabiliſche und thieriſche Körper, wenn man ſie dieſer Prüfung unterwirſt, die Eigenſchaft der Kryſtalle von doppelter Strahlenbrechung zeigen. Ich habe den Verſuch angeſtellt mit fibröſen und durchſcheinenden Theilen von Blättern und von Blumen, mit dem Häutchen, womit der Splint überzogen iſt, mit Seide, Wolle, weiſsen Haaren, Schuppen, Horn, Elfenbein, Federn, Häuten von vierfüſsigen Thieren und von Fiſchen, Muſcheln, Fiſchbein u. d. m., und alle dieſe Körper haben das Licht auf dieſelbe Art als die kryſtalliſirten Körper modificirt. Sie alle haben, ſo zu ſagen, eine Axe der Brechung oder der Kryſtalliſation, als beſtünden ſie aus Theilchen von einer beſtimmten Geſtaltung, die in Beziehung eines auf das andre ſymmetriſch zuſammengeordnet wären.

Dieſe Beobachtung ſcheint ſich indeſs auf zwei verſchiedne Arten erklären zu laſſen. Die vegetabiliſchen und thieriſchen Körper ſind entweder wirklich aus Theilchen zuſammengeſetzt, welche wie die Kryſtalle organiſirt ſind; oder dieſe Erſcheinung hängt mit den allgemeinen Eigenſchaften des zurückgeworfnen und gebrochnen Lichts zuſammen, welche ich in dem Vorigen entwickelt habe. Ich behalte es mir vor, dieſen Gegenſtand in einer andern Abhandlung weiter zu erörtern, und in ihr die Verſuche mitzutheilen, welche dieſe Frage entſcheiden müſſen.

III.

Ein Winkel- und Distanzmesser mittelst der doppelten Bilder des isländischen Krystalls,

von

Rochon, Mitgl. des Instit. *)

Der B. Rochon hat dem National-Institute einen Aufsatz über die Anwendung achromatischer Fernröhre zum Winkelmessen, und über den Gebrauch der doppelten Strahlenbrechung zur genauen Bestimmung kleiner Winkel vorgelegt. In der historischen Notiz, die er voranschickt, reclamirt er die Erfindung der achromatischen Ferngläser für den gelehrten Morehall, dem es schon im Jahr 1734 geglückt seyn soll, die Abweichung wegen der Kugelgestalt und wegen der Farbenzerstreuung dadurch aufzuheben, dass er Materien von verschiednem Brechungsvermögen nahm; ferner bringt er in das Andenken, was wir den tiefen Untersuchungen Eulers in dieser Materie verdanken; und endlich kündigt er uns eine Vervollkommnung des dioptrischen Instruments an, welches in seinen 1783 gedruckten *Recherches sur la Mécanique et la Physique* von ihm beschrieben ist. Zwei Glasprismen dienten ihm damals in diesem Instrumente zum Messen sehr kleiner Winkel. Er benutzte indess seitdem die vom

*) Aus *De Lambre's Notice des travaux de la Cl. des sc. math. et phys. de l'Inst. nat. An 9. trim. 3.,* und *An 11.*, ausgezogen von Gilbert.

P. Beccaria erfundene Methode, aus dem isländischen Kryſtall ein Prisma zu ſchneiden, ſo daſs dieſer ſeine doppelte Strahlenbrechung beibehält, um ein ſolches Prisma den beiden variablen Glasprismen zu ſubſtituiren.

Dieſes Prisma befindet ſich im Innern des Fernrohrs, und macht zwei Bilder des Gegenſtands erſcheinen, die, je nachdem man es dem Auge mehr oder weniger nähert, von einander weiter abrücken, oder einander näher kommen. Man rückt das Prisma ſo, daſs beide Bilder ſich berühren. Dann giebt eine von auſsen auf das Fernrohr eingegrabne Scale an, wie oft der Durchmeſſer des Gegenſtandes in der Entfernung deſſelben enthalten iſt. Iſt daher der Durchmeſſer bekannt, ſo findet ſich hieraus die Entfernung ziemlich nahe.

Wird man z. B. auf dem Meere ein Schiff gewahr, deſſen Entfernung man zu wiſſen wünſcht, um es erreichen oder demſelben ausweichen zu können, ſo bringe man die beiden Bilder deſſelben mit einander in Berührung. Nähert man ſich dem Schiffe, ſo fangen beide Bilder an in einander einzugreifen; entfernt man ſich davon, ſo gehen dagegen die Bilder auseinander. Der Rang des Schiffs iſt leicht zu erkennen, man kennt daher ziemlich nahe die Höhe der Maſten. Nun bringe man die beiden Bilder des groſsen Maſtes mit einander in Berührung, ſo daſs Ende auf Ende trifft; ſo findet man an der Scale, um wie viel ſolcher Maſtlängen das Schiff noch entfernt iſt.

Es zeige sich zu Lande ein feindlicher Haufen; man bringe beide Bilder der Mannschaft so in Berührung, daſs der Fuſs des einen den Kopf des zweiten Bildes berührt. Da sich die mittlere Gröſse eines Soldaten auf 1,7 Meters schätzen läſst, so zeigt dann die Scale am Fernrohr, wie vielmal 1,7 Meters der feindliche Haufe entfernt ist.

Diese Beispiele zeigen den Nutzen hinlänglich, den ein solches Instrument haben kann, welches auch, abgesehn von diesem Nutzen, schon sehr interessant seyn würde. Ein zu gleichem Zweck bestimmtes, von Ramsden erfundenes, Instrument, welches in der englischen und spanischen Marine häufig gebraucht wird, kommt diesem, mit einem Prisma aus Doppelspathe versehenen, nicht gleich, wovon Rochon sich durch entscheidende Versuche überzeugt hat *). Zwar würde ein Künstler, der sich nicht aus dem Grunde auf das Schneiden des isländischen Krystalls versteht, bei der Verfertigung eines solchen Instruments, wie Rochon anführt, ausnehmende Schwierigkeiten finden; allein der B. Narci hat es doch schon wirklich mit aller zu wünschenden Präcision zu Stande gebracht **).

*) *Ramsden's Dynameter.* Der englische Künstler wurde (wie er dem Prof. Seyffer, damals in Göttingen, erzählt haben soll) durch eine Wette zweier Frauenzimmer, welche von beyden den feinsten tuchnen Ueberrock habe, veranlaſst, dieses Instrument zu ersinnen, durch das er die Dicke der Tuchhaare maſs, und das er nachher anwandte, um die Vergröſserungskraft der Fernröhre und die Durchmesser einiger Himmelskörper zu messen. (Allgem. Zeit. 1803. No. 211.) *d. H.*

**) Der vorige Aufsatz giebt dazu die allgemeine Regel. *G.*

Am 11ten Prairial des J. XI. wurde dieses Instrument von uns zu St. Cloud in Gegenwart des ersten Consuls, als Mitglied unsrer Classe, geprüft. Der erste Consul wiederholte die Versuche damit selbst, und verordnete darauf, dass mehrere Fernröhre dieser Art verfertigt werden sollten.

Diese Erfindung kann auch für die Astronomie von Wichtigkeit werden. Schon hat sich ihrer der B. Rochon bedient, um die Durchmesser von Mars, Jupiter und Saturn zu messen. Für die Durchmesser der Sonne und des Mondes, die über 30′ betragen, schien es anfangs nicht geeignet zu seyn, weil der Winkel der beiden Brechungen im Doppelspathe nur auf 20′ steigt. Doch ist es den BB. Rochon und Torelli de Narci geglückt, durch eine künstliche Art den Doppelspath zu schneiden, den Brechungswinkel zu verdoppeln, ja selbst zu verdreifachen. Es giebt daher jetzt keinen Himmelskörper, dessen Durchmesser sich nicht mittelst eines solchen Micrometers aus isländischem Krystall messen liesse; vorausgesetzt nemlich, dass er dazu Lichtstärke genug besitzt; denn natürlich müssen die beiden Bilder schwächer und matter seyn, als ein einziges Bild es seyn würde. Bei der Sonne und beim Monde hindert dieses nichts, und man ist daher im Begriff, ein solches Prisma in dem besten Fernrohre der Nationalsternwarte anzubringen.

IV.

Ueber eine eigenthümliche Modification, welche die Lichtstrahlen beim Durchgehen durch gewisse durchsichtige Körper erleiden, und über einige andere neue optische Erscheinungen

von

Arago, Mitgl. d. Instituts.

(Vorgelesen im Institut am 11ten August 1811,)

Im Auszuge *).

Frei übersetzt von Gilbert.

1.

Wenn man irgend einen Gegenstand, z. B. die Flamme eines Lichtes, durch ein Kalkspath-Rhomboeder betrachtet, so zeigen sich die beiden Bilder, welche man wahrnimmt, sehr nahe von gleicher Intensität und ohne Farbe, die Lichtstrahlen mögen unmittelbar auf den Krystall fallen, oder mögen erst durch ein *Blatt Glimmer* hindurch gegangen seyn. Besieht man dagegen durch das Kalkspath-Rhomboeder die Flamme, wie sie sich in einem Glasspiegel darstellt, so findet für gewisse Lagen des

*) Dieser ziemlich umständliche und gute Auszug aus der sehr interessanten und wichtigen Abhandlung, welche, so viel ich weiss, noch nicht in dem Druck erschienen ist, steht in dem *Bulletin des Sc. de la Soc. philomat. Octob., Nov., Dec.* 1811. Es ist mir angenehm, ihn dem Leser zugleich mit den vorhergehenden vorlegen zu können, indem er durch sie an Verständlichkeit sehr gewinnt.

Gilbert.

Kryſtalls eine Verſchiedenheit in der Intenſität der beiden Bilder Statt; und dieſe iſt um ſo gröſser, je mehr der Winkel, unter welchem die Strahlen von dem Spiegel zurück geworfen werden, ſich der Gröſse von 35 Graden nähert. Unter dieſem Winkel ſelbſt verſchwindet, wie bekannt, eins der beiden Bilder ganz. Hält man, wenn dieſes der Fall iſt, ein Glimmerblatt vor dem Kryſtall, ſo daſs die Strahlen, welche von dem Spiegel zurück geworfen werden, durch daſſelbe hindurch gehen müſſen, ehe ſie auf den Kryſtall fallen, ſo erſcheint das verſchwundne Bild wieder, jedoch mit einer Farbe, deren Lebhaftigkeit und deren Art abhängen von der Dicke des Glimmerblatts, und von dem gröſsern oder kleineren Winkel, den die Lichtſtrahlen mit dem Blättchen machen. Dieſer Winkel ſey indeſs ſo groſs oder ſo klein, als man wolle, immer erſcheinen die beiden Bilder in Farben, welche ſich zum Weiſs ergänzen (*couleurs complémentaires*), ſo daſs, wenn das eine Bild, während man die Lage des Glimmerblatts verändert, die ganze Folge der prismatiſchen Farben hinter einander mehrmals durchläuft, die Farbe des andern Bildes ſich ſtets auf eine entſprechende Art verändert, und beide zugleich vorhandne Farben der Bilder immer zuſammengenommen weiſs geben.

Erhält man das Glimmerblatt in unveränderter Lage, und läſst dagegen das Prisma ſich drehen *),

*) Bisher war von keinem Prisma die Rede. Weiterhin wird ein verdoppelndes Prisma von Kalkſpath erwähnt;

so werden die beiden Bilder nach einander ihre Farbe verändern, und bei jeder Viertel-Umdrehung durch Weiſs durchgehn, wenigſtens bei beſtimmten Einfallswinkeln. Läſst man endlich das Glimmerblatt eine ganze Umdrehung vollenden, ohne daſs ſich dabei der Winkel verändert, den es mit den zurückgeworfnen Strahlen macht, ſo wird daſſelbe Bild viermal verſchwinden.

Man ſieht hieraus, daſs die Glimmerblätter, welche gewöhnlich unter dem Namen *ruſſiſcher Talk* (oder *ruſſiſches Glas*) bekannt ſind, gleich den andern Körpern von doppelter Strahlenbrechung, die Eigenſchaft haben, die durch Zurückwerfung modificirten und polariſirten Lichtſtrahlen zu depolariſiren, — jedoch mit dem äuſserſt merkwürdigen Umſtande, daſs das Glimmerblatt auf die verſchiedenfarbigen Lichttheilchen nicht auf einerlei Art einzuwirken ſcheint, da das zweite Bild, wenn es durch die Einwirkung des Glimmerblatts wieder erſcheint, nicht weiſs iſt. Beruhen folglich die Eigenſchaften der polariſirten Lichtſtrahlen wirklich, wie man angenommen hat, auf der beſonderen Lage (*diſpoſition*) der Axen der Lichttheilchen, die den Strahl ausmachen, ſo müſste man annehmen, daſs in einem Lichtſtrahle, der durch die Einwirkung eines Prisma von islän-

und aus dem Verfolg erhellt, daſs Hr. Arago ſich bei ſeinen Verſuchen vorzugsweiſe eines Fernrohrs bedient hat, in deſſen Axe ein verdoppelndes Prisma nach Rochon's Art angebracht war. *Gilbert.*

dischem Kryſtall polariſirt iſt, die Axen der verſchiedenfarbigen Lichttheilchen einander parallel wären, indeſs in demſelben Strahle, wenn er durch ein Blatt Glimmer durchgegangen wäre, die Axen der verſchiedenfarbigen Strahlen verſchiedne Lagen hätten.

2.

Herr Malus iſt der Erſte, der gefunden hat, daſs die beiden Lichtbündel, welche durch ein Kalkſpath-Rhomboeder auf entgegengeſetzte Art polariſirt ſind, beim Auffallen auf Körper, von denen ſie zurückgeworfen werden, ſich auf verſchiedne Art verhalten. Indem Hr. Arago dieſen Verſuch des Hrn. Malus mit den hier erzählten verbindet, zeigt ſich das vorige Reſultat unter einem andern Geſichtspunkt, welcher uns eine noch deutlichere Vorſtellung von der ſonderbaren Modification giebt, die den Lichtſtrahlen bei ihrem Durchgange durch Glimmer zu Theil wird.

Man befeſtige zum Beiſpiel ein Blatt Glimmer in horizontaler Lage, und laſſe auf der Oberfläche deſſelben einen Lichtſtrahl fallen, der von einem ebnen Spiegelglaſe unter einem Winkel von ungefähr 35° ſenkrecht herabwärts zurückgeworfen wird. Man überſieht leicht, daſs die Strahlen von allen Farben durch das Glimmerblatt hindurchgehn werden. Unter das Glimmerblatt werde ein unbelegtes Spiegelglas ſo geſtellt, daſs es mit der Vertikallinie einen eben ſo groſsen Winkel macht, als das obere,

aber nach entgegengesetzter Richtung *). Auf den ersten Anblick scheint es, dass dieses zweite Spiegelglas, da das Glimmerblatt bloss weisses Licht erhält, das Licht ohne alle Farben zeigen müsse; wenn man indess das Licht, welches es zurückwirft, untersucht, so findet man es sehr stark gefärbt.

Lässt man das untere Spiegelglas sich drehen, ohne doch die Neigung des Glases gegen den Horizont zu verändern, so wird der Lichtstrahl zwar immerfort unter einerlei Winkel auf dasselbe einfallen, doch aber nicht immer mit einerlei Farbe erscheinen; vielmehr wird er nach jeder Viertel-Umdrehung die complementaire Farbe der vorigen zurückwerfen. Herr Arago hat sich überzeugt, dass es von der Dicke des Glimmerblättchens abhängt, welche Art von Farbe durch dasselbe depolarisirt wird. Denn als er aus einer Glimmertafel ein Blättchen geschnitten hatte, welches die blauen Strahlen depolarisirte, rief die daran gränzende Tafel ein gelbes Bild hervor; der Theil, der auf dieses folgte, machte aufs neue ein blaues Bild, und so ferner.

Wenn folglich die Dicke eines Glimmerblatts sich sehr schnell und regelmässig ändert, so werden die Punkte, in welchen es diese oder jene bestimmte Art von Farbe depolarisirt, sehr nahe einer bei dem andern liegen, und ungefähr um gleiche Räume von einander abstehn. Man nimmt in diesem Fall far-

*) Das heisst mit andern Worten, dass es dem obern Spiegelglase parallel sey, wie in Fig. 1., Tafel I., welche man bei dieser Beschreibung vergleiche. *Gilbert.*

bige Streifen wahr, welche denen ganz ähnlich sind, die Newton in seiner Optik beschrieben hat, obgleich sie auf andere Weise hervorgebracht werden.

3.

Herr Arago wendet sich nun zu Versuchen, die er angestellt hat, um die Modificationen zu studiren, welche Veränderungen in der Neigung des Glimmerblatts gegen den Lichtstrahl, der auf dasselbe herabgeworfen wird, in der Erzeugung der Farben hervorbringen. Es ergiebt sich aus diesen Versuchen unter andern, dass die verschiedenfarbigen Strahlen, aus welchen das weisse Licht zusammengesetzt ist, sich mittelst eines bloſsen sehr dünnen Glimmerblättchens aus dem weissen Lichte scheiden und einzeln darstellen lassen; und diese Art, sie darzustellen, hat vor jedem Verfahren, bei welchem man sich eines Prisma bedient, den grossen Vorzug, dass die Bilder der Gegenstände nicht entstellt werden.

Unter übrigens gleichen Umständen nimmt das Vermögen der Glimmerblättchen, die verschiedenfarbigen Strahlen des Lichtes verschieden zu depolarisiren, mit der Dicke der Blättchen ab. Herr Arago hat gefunden, dass die Blättchen sich bis zu einer solchen Dünne herabbringen lassen, dass sie nicht bloss keine Farben mehr erscheinen machen, sondern selbst keinen Strahl des weissen Lichts depolarisiren, wenn die Ebene des Blättchens auf die, in welcher sich die polarisirten Strahlen befinden, senkrecht steht.

4.

Die *Blätter des Gypsſpathes* (oder ſogenannten *Marienglaſes*) verhalten ſich gegen das Licht auf dieſelbe Art, als die des Glimmers, bei ihnen werden aber die Farben ſehr viel lebhafter. Hr. Arago hat ſich daher ihrer bedient, um die Natur der Farben zu ſtudiren, welche man wahrnimmt, wenn man nicht-polariſirte Lichtſtrahlen auf ſie fallen läſst. Die Gränzen dieſes Auszugs erlauben uns nicht, das Detail dieſer Verſuche mitzutheilen. Wir begnügen uns daher zu ſagen, daſs ſich aus ihnen unter andern auf eine unwiderlegliche Art ergiebt, daſs die Urſache der Farben nicht einzig und allein in der verſchiednen Dicke dieſer Blättchen zu ſuchen iſt, wie man das bisher gethan hat; denn wenn man ſie ſich drehen läſst, ohne daſs dabei der Einfallswinkel des Strahls auf ſie verändert wird, ſo gehen ſie bei jeder Viertel-Umdrehung einmal durch Weiſs hindurch, und in den Zwiſchenlagen nehmen ſie verſchiedne Farben an.

5.

Es kömmt überdieſs die Eigenſchaft, die verſchiednen farbigen Strahlen des Lichts verſchieden zu depolariſiren, den dünnen blättrigen Körpern nicht ausſchlieſslich zu. Hr. Arago theilt in ſeinem Aufſatze eine Reihe von Verſuchen mit, welche er mit einer gut polirten Platte *Bergkryſtall*, die über 6 Millimeter dick war, angeſtellt hat; ſie gab Erſcheinungen, welche den vorigen völlig ähnlich ſind. Zuerſt überzeugte er ſich, daſs dieſe ſehr regelmäſsig gearbeitete Platte

die direkten Lichtstrahlen auf keine Art modificirt. Er brachte sie nemlich vor das Objectiv eines prismatischen Fernrohrs *); die beiden Bilder [welche das verdoppelnde Prisma macht] blieben weiſs und von gleicher Intensität, und beide waren eben so scharf begränzt, als wenn man die Platte von Bergkrystall vor dem Objective fortnahm. Er richtete darauf das bloſse Fernrohr auf ein Bild, das von einem unbelegten Spiegelglase zurückgeworfen wurde, z. B. auf das Bild der Sonne; war die Axe des Fernrohrs ungefähr unter 35° gegen das Spiegelglas geneigt, so war in gewissen Lagen des innern Prisma nur ein einziges Bild der Sonnenscheibe vorhanden. Brachte er aber, unter übrigens unveränderten Umständen, die Bergkrystall-Platte vor das Objectiv, so erschien das zweite Bild, jedoch im lebhaftesten Roth. Und in demselben Augenblick zeigt sich das erste Bild, das zuvor weiſs war, mit der complementairen Farbe des Roth. Uebrigens sind die Ränder der beiden Bilder der Sonne eben so scharf begränzt, als wenn man die Sonne unmittelbar [ohne Bergkrystallplatte] beobachtet.

Läſst man die Bergkrystall-Platte vor dem Objectiv, dreht aber das Fernrohr um seine Axe **), so

*) D. h. eines solchen Fernrohrs, von dem der vorige Aufsatz handelt, welches zum Behuf mikrometrischer Messungen nach Rochon's Art mit einem Prisma aus verdoppelndem Kalkspath versehen ist. *Gilbert.*

**) Man darf nicht vergessen, daſs sich in der Axe des Fernrohrs ein verdoppelndes Prisma aus rhomboidalischem Kalkspath befindet. *Gilbert.*

findet man, daſs während jeder *halben Umdrehung* beide Bilder die ganze Reihe der prismatiſchen Farben durchlaufen, ſo daſs die rothe Sonne der Folge nach orangegelb, gelb, grünlichgelb, bläulichgrün, blau und veilchenfarbig wird; und dann hat das Fernrohr ſchon eine halbe Umdrehung vollendet. Fährt man fort, es nach derſelben Richtung um die Axe zu drehen, ſo geht das veilchenfarbige Bild in ein rothes, dieſes in ein orangefarbnes über, und ſo ferner. Während der Zeit durchläuft das zweite Bild die complementairen Farben der erſtern. Läſst man das Fernrohr in unveränderter Lage, und dreht die Bergkryſtall-Platte in ihrer Ebne, ſo verändert dieſes in den Farben der beiden Bilder nichts; ſtellte man dagegen dieſen Verſuch mit einem Blatt Glimmer oder Gypsſpath an, ſo würde man jedes Bild bei jeder Viertel-Umdrehung einmal verſchwinden ſehen.

Man erhält ganz dieſelben Reſultate, als die hier erzählten, wenn man ſtatt der Lichtſtrahlen, die durch Zurückwerfung von einem Spiegelglaſe polariſirt werden, Strahlen nimmt, die beim Durchgehn durch ein Kalkſpath-Rhomboeder modificirt ſind, welches ein Beweis mehr iſt für die völlige Identität der auf die eine und die andere Art polariſirten Strahlen. Das prismatiſche Fernrohr gewährt aber den Vortheil, daſs man damit lebhaftere Farben erhält. Daſs die Bilder beide ſcharf begränzt ſind, iſt Beweis, daſs die Strahlen beim Depolariſiren nicht ungleich zerſtreut werden, wie man ſonſt wohl

hätte vermuthen können. Da die Strahlen durch die verschieden gekrümmten Linsengläser, welche das Objectiv ausmachen, hindurchgegangen sind, bevor sie auf das innere Prisma fielen, so geht hieraus noch hervor, dass diese Strahlen in dem verdoppelnden Krystall eine bleibende Modification erhalten haben. Endlich giebt diese Methode ein Mittel an die Hand, darzuthun, dass die Farben der beiden Bilder sich ganz genau zum Weiss ergänzen; man stelle nämlich das Prisma so, dass die beiden Bilder der Sonne um ihren halben Durchmesser auseinander rücken; das Stück, welches den beiden Bildern mit einander gemein ist, bleibt dann während einer ganzen Umdrehung des Fernrohrs um seine Axe vollkommen weiss, während die beiden auseinander fallenden Segmente der Bilder zweimal der Reihe nach in allen prismatischen Farben, und zwar zu gleicher Zeit jedes in der ergänzenden Farbe des andern erscheinen. Hr. Arago zeigt in seiner Abhandlung, wie man diese Beobachtung brauchen könne, um die Intensitäten der verschiednen Theile der Sonnenscheibe mit einander zu vergleichen.

Die Bergkrystall-Platte wirkt auf die verschieden farbigen Lichtheile nur dann verschieden, wenn die hindurchgehenden Lichtstrahlen in Lagen auf sie auffallen, die nur wenig von der senkrechten verschieden sind. Denn wenn man sie allmählig immer mehr neigt, während die Ebene, worin sich die zurückgeworfnen Strahlen befinden, auf ihr senkrecht bleibt, so findet man bald eine Lage, in der man

nur ein einziges Bild gewahr wird. Es läſst ſich ſelbſt dem Bergkryſtall eine Lage geben, in welcher er das Licht ganz depolariſirt, und auf die Lichttheilchen von verſchiedner Natur, aus denen ein weiſser Strahl beſteht, auf einerlei Art einwirkt.

6.

Die Lage der Bergkryſtall-Platte in ihrer Ebne hat alſo, wie aus dieſen Verſuchen erhellt, keinen Einfluſs auf die Erſcheinungen, welche ſie durch ihre Einwirkung auf das Licht hervorbringt; — indeſs in dem Glimmerblatte und der Gypsſpathplatte die Lage ihrer Hauptſchnitte einen ſehr weſentlichen Einfluſs auf das Erſcheinen des zweiten Bildes äuſsert. Es war daher intereſſant nachzuforſchen, ob die kryſtalliſchen Körper allein das Vermögen beſitzen, die verſchiedenfarbigen Lichtſtrahlen auf verſchiedene Art zu depolariſiren. Hr. Arago kündigt in ſeiner Abhandlung an, er habe nicht-kryſtalliſirte Körper gefunden, welche dieſe Eigenſchaft beſitzen, einige ſtärker, andere ſchwächer. Die Verſuche, welche er anführt, ſind mit einer etwas prismatiſchen *Platte Flintglas,* von 85 Millimeter Seite angeſtellt, welche in allen Stellen die Lichtſtrahlen depolariſirt. Folgendes iſt das Verfahren, wie er es angiebt.

Wenn man einen Gegenſtand durch zwey verdoppelnde Prismen betrachtet, ſo nimmt man bekanntlich vier Bilder wahr, die beiden Fälle ausgenommen, wenn die Hauptſchnitte beider ein-

ander parallel oder auf einander ſenkrecht ſind. Und hierbei iſt es einerlei, ob die Lichtſtrahlen aus dem erſten Prisma unmittelbar in das zweite treten, oder ob ſie zwiſchen beide durch irgend eine Anzahl durchſichtiger Mittel, welche keine doppelte Strahlenbrechung ausüben, hindurchgehn. Bringt man indeſs zwiſchen beide die oben erwähnte Flintglas-Platte, ſo ſieht man auch in dem Fall vier Bilder, wenn man der Lage der beiden Prismen zu Folge nur zwei Bilder ſehen ſollte. An einigen Stellen zeigen ſie Farben, das eine eine ſolche, welche die des andern Bildes ergänzt; in den mehrſten Stellen ſind dagegen die Bilder vollkommen weiſs. Uebrigens verhält ſich die Platte immer ſo, als wäre ſie kryſtalliſirt, weil die beiden neuen Bilder bey jeder Viertel-Umdrehung der Platte verſchwinden, vorausgeſetzt jedoch, daſs man Sorge trage, die Lichtſtrahlen immer durch dieſelben Stellen hindurchgehn zu laſſen; denn es iſt nichts Seltenes, zwei aneinander ſtoſsende Stellen zu finden, deren Brechungsaxen einander nicht parallel ſind.

Man ſieht hieraus, daſs jenes Wiedererſcheinen des zweiten Bildes, welches ein bequemes Mittel zu ſeyn ſchien, das Vorhandenſeyn der doppelten Strahlenbrechung in den kryſtalliſirten Körpern und zugleich die Lage ihrer Axen zu erkennen, — kein hinlänglich ſicheres Kennzeichen iſt; denn ein Stück Flintglas, welches die Bil-

der nicht verdoppelt, thut jenen Bedingungen Genüge *).

7.

Im Februar dieſes Jahrs hatte Hr. Arago der Klaſſe eine Abhandlung über die gewöhnlichen und bekannten *Farbenringe* vorgelegt. In dem letzten Abſchnitte des Aufſatzes, von dem wir hier reden, beſchreibt er eine neue Gattung farbiger Streifen, die ſich unter gewiſſen Umſtänden ſelbſt auf dicken Platten einiger kryſtalliſirten Körper ſehr ſichtbar machen. Wir haben oben von den Farben geredet, welche eine dicke Platte Bergkryſtall hervorbrachte. Dieſe Farben erſcheinen nicht durch alle Platten von Bergkryſtall, und ſcheinen daher eine eigenthümliche Anordnung in den Lagen vorauszuſetzen, aus denen der Kryſtall beſteht. Die Farbenſtreifen, von denen hier die Rede iſt, laſſen ſich dagegen auf allen Stückchen Bergkryſtall wahrnehmen, welche man mit polariſirtem Lichte erleuchtet, wofern nur ihre Dicke nicht conſtant iſt. In einer Linſe ſind ſie kreisförmig; in einem Prisma parallel mit der brechenden Schneide, ſo daſs ihre Geſtalt immer von der des brechenden Mittels abhängt. Bei gewiſſen Krümmungen der Linſengläſer ſind die Farbenringe mit bloſsem Auge ſehr ſichtbar; in andern Fällen iſt es nothwendig, daſs man ein ſtark zerſtreuendes Prisma zu Hülfe nehme, wenn man ſie wahrnehmen will. Uebrigens iſt das beſte Mit-

*) Man überſehe hierbei nicht, was Hr. Malus in dem zweiten der hier mitgetheilten Aufſätze ſagt. *Gilbert.*

tel, ſie recht in die Augen fallend zu machen, die Platte durch ein Prisma aus Kalkſpath zu betrachten; denn dann ſieht man beide Bilder mit ſchönen Reihen gefärbter Ränder einander ergänzender Farben umgeben *(chaque image bordée d'une belle ſerie de bandes colorées et complémentaires l'une de l'autre)*. Schon dieſer einzige Umſtand würde beweiſen, daſs dieſe Ringe ihren Grund darin haben, daſs die verſchieden farbigen Lichtſtrahlen in den verſchiedenen Dicken der Platte der Reihe nach depolariſirt werden. Noch beſſer wird dieſes aber dadurch bewieſen, daſs, auf welche Weiſe man auch dieſe Ringe unterſuche, ſie immer in vier auf einander rechtwinklichen Lagen des Mittels, auf dem ſie ſich bilden, verſchwinden.

Die Gränzen dieſes Auszugs zwingen uns, mehrere andre Beobachtungen zu übergehn, die der Verfaſſer im Detail mittheilt, und die ſich beſonders auf die letzte Frage beziehn.

8.

Um indeſs die Reſultate dieſer Unterſuchungen unter einem einzigen Geſichtspunkte zuſammen zu faſſen, ſetzen wir hierher die *Ueberſicht*, mit der Hr. Arago ſeine Abhandlung beſchlieſst.

Ein directer Lichtſtrahl theilt ſich immer, indem er durch ein Kalkſpath-Rhomboeder hindurchgeht, in zwei Bündel weiſsen Lichtes, welche von gleicher Intenſität ſind. Läſst man auf einen dieſer beiden Lichtbündel ein zweites Kalkſpath-Rhomboeder einwirken, ſo zeigt ſich, daſs er dem di-

recten Lichte nicht mehr ähnlich ist; denn in gewissen Lagen des Hauptschnitts dieses zweiten Krystalls leidet es keine doppelte Brechung. Diese schöne Eigenschaft hat Huyghens entdeckt.

Herr Malus hat seitdem gefunden, daſs das Licht, wenn es von durchsichtigen Körpern zurückgeworfen wird, eine ähnliche Modification erleidet, so daſs ein Lichtstrahl, der unter einem gewissen Winkel von ihnen zurückgeworfen wird, vollkommen einem Strahle gleicht, der durch ein Kalkspath-Rhomboeder hindurchgegangen ist.

Aus den hier beschriebenen Versuchen erhellt, daſs ein Lichtstrahl sich überdieſs so modificiren läſst, daſs er nicht mehr weder einem Strahle directen, noch einem Strahle polarisirten Lichtes gleicht. Von dem polarisirten Lichte unterscheidet sich dieser neue Strahl dadurch, daſs er immer zwei Bilder giebt, und von dem directen Lichte unterscheidet er sich durch seine Eigenschaft, sich stets in zwei Bündel farbigen, sich ergänzenden Lichtes zu theilen, deren individuelle Farben von der Lage des Körpers abhängen, durch die der Lichtstrahl hindurchgegangen ist.

Wenn ein directer Lichtstrahl auf einen durchsichtigen Körper auffällt, so wird immer ein Theil der Lichttheilchen zurückgeworfen. Dagegen geht ein polarisirter Lichtstrahl (abgesehn von der Absorption der Lichttheilchen) ganz durch den durchsichtigen Körper hindurch, wenn dieser eine gewisse Lage in Beziehung auf die Seiten des Strahls hat. Die ver-

schiednen Lichttheilchen eines weissen Strahls, der auf die hier erwähnte besondre Art modificirt ist, werden nur allmählig, einer nach dem andern, in der Ordnung ihrer Farben zurückgeworfen, wenn man den durchsichtigen Körper so um den Strahl dreht, dass er mit ihm immer einerlei Winkel macht.

Wenn folglich ein Bündel directen Lichtes auf einen Glasspiegel ungefähr unter einem Winkel von 35° auffällt, und man den Spiegel, ohne die Neigung desselben gegen den Strahl zu ändern, um den Strahl dreht, so wird man finden, dass die Menge von Licht, welche zurückgeworfen oder welche gebrochen wird, immer dieselbe ist. Ist dagegen der Strahlenbündel zuvor polarisirt worden, so giebt es zwei Lagen, in welchen alles Licht durch den Körper hindurch geht. Wenn endlich, während alle übrige Umstände gleich sind, der Glasspiegel von Strahlen, die durch eine Bergkrystall-Platte modificirt worden, erleuchtet wird, so zeigt er sich während jeder halben Umdrehung der Reihe nach mit der ganzen Folge der prismatischen Farben gefärbt, sowohl durch Zurückwerfung, als durch Brechung, mit der Eigenthümlichkeit, dass in demselben Augenblicke diese beiden Klassen von Farben einander zum Weiss ergänzen.

Noch beweisen die angeführten Versuche, dass sich auf den krystallisirten Körpern farbige Ringe bilden, deren Erscheinen nicht blos von Veränderungen der Dicke des durchsichtigen Körpers ab-

hängen, gleich den farbigen Ringen, welche Newton beschrieben hat. Diese letztern zeigen sich auf allen sehr dünnen Körpern, deren Dicke sich allmählig verändert, von welcher Natur auch das auffallende Licht sey. Jene erscheinen nur dann auf etwas dicken Platten von Bergkrystall, wenn sie von schon polarisirtem Lichte erleuchtet werden. Auch verschwinden sie während jeder Umdrehung der Platte in ihrer Ebene vier Mal.

Da die oben erwähnte Flintglas-Platte die Bilder nicht verdoppelt, so sieht man endlich, dass es Körper giebt, welche die doppelte Strahlenbrechung nicht besitzen, sich aber doch in Rücksicht der polarisirten Strahlen eben so verhalten, als käme ihnen diese Eigenschaft zu.

V.

Zweite Fortsetzung des Versuchs, die bestimmten und einfachen Verhältnisse aufzufinden, nach welchen die Bestandtheile der unorganischen Natur mit einander verbunden sind;

von

Jacob Berzelius,
Prof. der Medic. u. Pharm. und Mitgl. der Königl. Akad. der Wiss. zu Stockholm.

Die Salpetersäure und die salpetersauren Salze; als Beweise, daſs der Stickstoff nicht chemisch einfach ist *).

In meiner Abhandlung und in der ersten Fortsezzung derselben glaube ich die Lehre völlig bewiesen zu haben, daſs alle Salze nach einem solchen Ver-

*) Herr Prof. Berzelius hat mir die erste dieser drei von ihm deutsch geschriebenen Untersuchungen als eine Zugabe zu der *Ersten Fortsetzung* seiner Abhandlung (*Annal.* J. 1811. St. 6. od. *N. F.* B. 8. S. 161 f.) und die beiden andern als einen Theil des wichtigen Aufsatzes, welchen ich dem Leser in den folgenden Stücken, als *Dritte Fortsezzung*, vorlegen werde, zugeschickt. Beide Original-Aufsätze treten hier zum ersten Male in das Publikum, und bei ihrem hohen wissenschaftlichen Interesse habe ich geglaubt keine Sorgfalt sparen zu müssen, um die Pflichten des Herausgebers ganz zu erfüllen und sie dem Leser in der empfehlendsten Gestalt vorzulegen. Vereinigung des Gleich-

hältniſſe aus Säure und Baſis zuſammengeſetzt ſind, daſs der in der Säure enthaltene Sauerſtoff ein Vielfaches nach einer ganzen Zahl von dem in der Baſis enthaltenen Sauerſtoff iſt. Bei dieſen Erörterungen iſt indeſs von der Salpeterſäure noch nicht die Rede geweſen. Ich wollte die Analyſe der ſalpeterſauren Salze nicht eher als bei meinen Unterſuchungen der thieriſchen Subſtanzen bekannt machen; ſie reihen ſich indeſs beſſer hier an, da ſie theils den erwähnten Satz beſtätigen, theils als ein Nachtrag zu meinen Beweiſen dienen können, daſs der Stickſtoff ein zuſammengeſetzter Körper iſt; ein Beweis, welchen ich in der erſten Forſetzung meiner Abhandlung geführt habe.

1. Die Salpeterſäure;
Verſuch, ihre Zuſammenſetzung durch ihre Sättigungs-Capacität zu beſtimmen.

Eine groſse Schwierigkeit bei dieſer Unterſuchung liegt darin, daſs die ſalpeterſauren Salze ihres Kryſtallwaſſers nicht beraubt werden können, ohne daſs ein gröſserer oder kleinerer Theil von der Säure ſich zerſetzt, daher man von der rückſtändigen Menge der Baſis nicht mit Sicherheit auf

artigen in ein Ganzes, und Ruhepunkte in dieſen eben ſo neuen als intereſſanten Unterſuchungen, ſchienen mir aber bei der Anordnung derſelben, (welche nach beſter Einſicht zu treffen das Vertrauen des Hrn. Verfaſſers mich berechtigte,) mehr zu berückſichtigen zu ſeyn, als wenige Beziehungen auf einiges, was erſt in dieſer Fortſetzung genügender dargethan iſt. *Gilbert.*

die der Säure schliessen kann; ein Umstand, der mich sehr lange von dieser Untersuchung abhielt. Da es aber für die Beurtheilung meiner Analysen der thierischen Körper nothwendig wurde, auszumitteln, in wiefern der Stickstoff, durch seine modificirten elektrischen Eigenschaften, als ein einfacher Körper angesehen werden könne, entschloss ich mich zu versuchen, diese Schwierigkeiten zu übersteigen, und das ist mir weit über meine Hoffnung gelungen. Die salpetersauren Salze, welche ich zu dieser Untersuchung wählte, waren *salpetersaurer Baryt, salpetersaures Bleioxydul* und *salpetersaures Ammoniak.*

Salpetersaurer Baryt.

Um dieses Salz völlig rein zu erhalten, erhitzte ich es in einem silbernen Tiegel bis zum Glühen, löste es dann in Wasser auf, filtrirte die Auflösung, sättigte sie mit reiner Salpetersäure, und dampfte sie bis zur Krystallisation ab. Um ferner das Krystallwasser zu bestimmen, welches ich in dem Salze vermuthete, brachte ich 10 Grammen in eine kleine gewogene Retorte, welcher eine mit salzsaurem Kalk gefüllte und ebenfalls gewogene gläserne Röhre, statt Vorlage, angepasst war. Der salpetersaure Baryt knisterte in der Hitze und zersprang zu einem feinen Pulver. Ich erhitzte ihn, bis das geschmolzene Salz Sauerstoffgas zu entbinden anfing. Die Retorte hatte nun 0,052 Gr. an Gewicht verloren, und die Röhre 0,046 Gr. an Gewicht zuge-

nommen. Ich habe gezeigt *), daſs das Waſſer, welches ein Salz durch Kniſtern verliert, kein Kryſtallwaſſer ſeyn kann, ſondern in den Kryſtallen nur mechaniſch eingeſchloſſen iſt; es kann daher durch das Pulvern und Trocknen an einem warmen Orte ſehr leicht entfernt werden. Es iſt auch aus den dort angeführten Urſachen zu vermuthen, daſs die Kryſtalle, welche in der Hitze verkniſtern, kein chemiſch gebundenes Waſſer enthalten. Ich ſehe dieſes Verhalten des ſalpeterſauren Baryts alſo als einen Beweis an, daſs er kein Kryſtallwaſſer enthält.

Es wurden 10 Grammen feingepulverter und ſehr ſtark getrockneter ſalpeterſaurer Baryt in einem gewogenen Platintiegel in Waſſer aufgelöſt, und mit Schwefelſäure niedergeſchlagen; die Miſchung wurde darauf eingetrocknet und geglühet. Der geglühete ſchwefelſaure Baryt wog 8,867 Gr., und nach der *Ann.* B. 8. S. 169. mitgetheilten Analyſe enthielt er 5,825 Theile Baryt. Folglich hatten 100 Theile Salpeterſäure 140 Th. Baryt, worin ſich 14,64 Th. Sauerſtoff befinden, geſättigt.

Zehn andere Gr. ſalpeterſaurer Baryt wurden in Waſſer aufgelöſt und mit ſchwefelſaurem Ammoniak niedergeſchlagen. Der ſchwefelſaure Baryt wog nach völligem Ausglühen 8,907 Gr. Dieſe enthalten 5,846 Th. Baryt, und 100 Th. *Salpeterſäure*

*) In der erſten Fortſetzung *Ann.* B. 8. S. 167. Anm., und noch genügender in der dritten Fortſetzung, welche in dem nächſtfolgenden Stück erſcheint. *Gilbert.*

sättigen hiernach 140,73 Theile *Baryt*, worin sich 14,73 Th. *Sauerstoff* befinden.

Salpetersaures Bleioxydul.

Ganz ähnliche Erscheinungen, wie bei dem vorhergehenden Salze, in Ansehung des Wassergehalts, berechtigen auch bei diesem Salze zu dem Schlusse, dass es kein Krystallwasser enthält.

Zwanzig Grammen feingepulvertes und sehr stark getrocknetes salpetersaures Bleioxydul in einem gewogenen Platintiegel geglühet, gaben 13,445 Gr. Bleioxydul. Es enthalten also 100 Th. von diesem Salze 67,2225 Th. Bleioxydul und 32,7775 Th. Salpetersäure; oder 100 Th. *Salpetersäure* sättigen 205,1 Th. *Bleioxydul*, welche 14,66 Th. *Sauerstoff* enthalten *).

Diese beiden Versuche scheinen zu beweisen, dass 100 Th. Salpetersäure so viel Basis sättigen, als $14\frac{2}{3}$ Theile Sauerstoff enthält. Ist aber diese Säure zusammengesetzt aus 30,5 Th. Stickstoff und 69,5 Th. Sauerstoff, wie Hr. Gay-Lussac in seiner Abhandlung über die Verbindungen der gasförmigen Körper eines mit dem andern (Gilb. Annal. d. Phys. 1810. St. 9. S. 6 ff.) darthut, so ist ihre Sauerstoffmenge (69,5) kein Multiplum nach einer ganzen Zahl von 14,66, sondern fällt zwischen dem 4fachen und dem 5fachen dieser letztern Zahl. Betrachtet man dagegen die Salpetersäure als aus 100

*) Da 100 Th. Bleioxydul 7,15 Th. Sauerstoff in sich schliessen, *Ann. N. F.* B. 7. S. 330. G.

Theilen Ammonium und 62 Theilen Sauerstoff zusammengesetzt, wie ich (*Ann.* B. 8. S. 186.) gethan habe, oder in 100 Theilen aus 13,12 Th. Ammonium und 86,88 Th. Sauerstoff, so hat man allerdings 14,66 × 6 = 87,9, und dann enthält also die Salpetersäure 6 Mal so viel Sauerstoff, als die Basis, wovon sie gesättigt wird. Der kleine Unterschied von 1 Procent zwischen der nach der Zusammensetzung der Basis und der nach der Wiegung der Gasarten gemachten Bestimmung findet, wie wir gesehn haben, auch bei der Kohlensäure Statt, und beruhet also nicht auf Irrthum im Princip, sondern auf einem kleinen Fehler in den Zahlen, auf welchen die Berechnung gegründet ist.

Vielleicht macht man mir den Einwurf, dass, wenn gleich die hier analysirten Salze kein Krystallwasser durch das Verknistern hergegeben haben, sie doch das Krystallwasser so fest können gehalten haben, dass es nicht eher als mit der Säure sich abschied; und gesetzt, sie enthielten gerade so viel Krystallwasser, dass der Sauerstoff desselben dem der Basis gleich wäre *), so würde die rückständige Salpetersäure, als aus Stickstoff und Sauerstoff zusammengesetzt betrachtet, nicht ganz 4 Mal so viel Sauerstoff, und als aus Ammonium und Sauerstoff

*) Denn auch das Krystallwasser ist nach Hrn. Prof. Berzelius dem Gesetze unterworfen, welches er für die Verbindungen in der unorganischen Natur aufgefunden hat, wie man in der dritten Fortsetzung seiner Abhandlung finden wird. *Gilbert.*

zusammengesetzt angesehen, genau 5 Mal so viel Sauerstoff als die Basis enthalten. Ich will diesen Einwurf an dem folgenden Salze prüfen.

Salpetersaures Ammoniak.

Dieses Salz müsste nach der letztgenannten Ansicht so zusammengesetzt seyn, dass 100 Th. Ammoniak 267 Th. Salpetersäure sättigen *). Nach dem Volumen der gasförmigen Bestandtheile gerechnet, wie sie Hr. Gay-Lussac angiebt, sind aber enthalten:

in der Salpetersäure auf 100 Cubik-Zoll Stickgas
200 Cub. Zoll Sauerstoffgas;
in dem Ammoniak auf 100 Cub. Zoll Stickgas
300 Cub. Zoll Wasserstoffgas.

Man sieht leicht ein, dass die Säure in diesem Fall nur ein Vielfaches nach einer ganzen Zahl von dem Sauerstoff des Stickstoffs, nicht aber von der ganzen Sauerstoffmenge des Ammoniaks, enthalten kann. Wäre also dieses die wahre Zusammensetzung, so könnte das nichts für oder gegen die Zusammensetzung des Stickstoffs beweisen; es wäre aber allerdings als ein Beweis anzusehen, dass der Wasserstoff keinen Sauerstoff enthält.

Im Fall dieses die wahre Zusammensetzung wäre, so würde das salpetersaure Ammoniak, wenn es in der Hitze langsam zersetzt wird, gleiche Theile oxydirtes und reines Stickgas geben; denn 300 C. Z.

*) Es enthalten nämlich nach dieser Ansicht (*Ann.* B. 8. S. 180.) auf 100 Th. Ammonium das Ammoniak 88 und die Salpetersäure 662 Theile Sauerstoff. *Gilbert.*

Wasserstoffgas nehmen 150 C. Z. Sauerstoffgas auf, und die rückständigen 50 C. Z. Sauerstoffgas bilden mit 100 C. Z. Stickgas 100 C. Z. oxydirtes Stickgas, und es müssten folglich 100 Th. Stickgas entbunden werden. Nun wissen wir aber, dass der Stickstoffgehalt des aus salpetersaurem Ammoniak erhaltenen oxydirten Stickgases nicht beträchtlich ist, obgleich er niemals ganz fehlt. Diese Ansicht der Zusammensetzung des salpetersauren Ammoniaks kann also unmöglich richtig seyn.

Da salpetersaurer Baryt, der mit schwefelsaurem Ammoniak gemischt sich zersetzt, die Neutralität nicht verändert, so ist es klar, dass das Ammoniak das nämliche Sättigungs-Gesetz gegen die Salpetersäure in Hinsicht der feuerfesteren Salz-Basen als gegen die übrigen Säuren beobachtet. Und daraus erhellt, dass, da 100 Th. Salpetersäure sich mit einer Menge Baryt oder Bleioxydul, welche 14,66 Th. Sauerstoff enthält, neutralisiren, sie auch von Ammoniak so viel, als die nämliche Sauerstoffmenge enthält, sättigen müssen. Das *salpetersaure Ammoniak* muss daher folgendermassen zusammengesetzt seyn:

Salpetersäure	76,18	100,000	320
Ammoniak	23,82	31,266	100
	100,000	131,266	420

Da aber das salpetersaure Ammoniak nicht ohne Krystallwasser dargestellt werden kann, so lässt sich diese Bestimmung auch nicht directe prüfen. Es ist aber zu vermuthen, dass es, wie das

salzsaure Ammoniak, eine Menge Wasser enthält, deren Sauerstoff an Menge dem der Basis gleich ist, dass folglich in dem salpetersauren Ammoniak den dritten Theil so viel Kristallwasser enthalten ist, als das Alkali, wenn man es durch Oxydirung zersetzt, hervorbringen kann. Diesem zu Folge müssen 100 Th. Salpetersäure mit 31,266 Th. Ammoniak und mit 16,61 Th. Wasser das krystallisirte Salz darstellen, und es bestünde also *krystallisirtes salpetersaures Ammoniak* in 100 Theilen aus

Salpetersäure	67,625
Ammoniak	21,143
Wasser	11,232
	100,000

Um dieses näher zu prüfen, mischte ich in einer kleinen gewogenen gläsernen Retorte 5 Grammen krystallisirtes und trocknes salpetersaures Ammoniak mit 10 Gr. feingepulverten, reinen, neugebrannten Kalk. An die Retorte passte ich eine kleine tubulirte und gewogene Vorlage, worin sich ein wenig ungelöschter Kalk befand, und aus deren Tubulus eine mit salzsaurem Kalk gefüllte Glasröhre dem Ammoniakgas Ausgang verschaffte. Die Retorte wurde 12 Stunden lang auf einer Sandkapelle, bei einer Temperatur, die zur Zersetzung des neugebildeten salpetersauren Kalks nicht hinreichend war, erhitzt; und nun hatte die kleine Retorte 1,1 Gr. verloren, die Vorlage aber und das Alkali 0,059 Gr. an Gewicht zugenommen. Beide rochen noch etwas nach Ammoniak, ein Zeichen,

daſs ſie mit dem Waſſer noch eine kleine Menge Ammoniak zurückhielten. Es hatten alſo in dieſem Verſuch 100 Th. ſalpeterſaures Ammoniak 20,82 Th. Ammoniak hergegeben, welches nur um $\frac{32}{10000}$ von dem abweicht, was es nach der Berechnung geben ſollte, eine Abweichnug, die theils von den nicht zu überwindenden Unvollkommenheiten der Verſuche, theils vielleicht auch von kleinen Fehlern in den Zahlen, auf welche die Berechnung gegründet iſt, herrührt. Als ich aus dem ſalpeterſauren Kalk das Waſſer heraustreiben wollte, wobei ich an die Retorte eine mit ſalzſaurem Kalk gefüllte gläſerne Röhre angepaſst hatte, zerſetzte ſich zugleich die Säure, und der Verſuch gab kein anwendbares Reſultat.

Wenn, wie dieſe Verſuche einſtimmig zu beweiſen ſcheinen, die hier beſtimmte Zuſammenſezzung des ſalpeterſauren Ammoniaks die wahre iſt, ſo läſst es ſich nicht ganz in Waſſer und oxydirtes Stickgas verwandeln, ſondern es muſs dabei immer eine Portion Stickgas entbunden werden, welche $\frac{1}{5}$ von dem der Säure oder $\frac{1}{4}$ von dem des Alkali beträgt. Gewöhnlich entſteht aber mehr Stickgas, weil die Temperatur zu ſehr erhöhet wird, und es bildet ſich freie Säure, welche theils mit dem Waſſer überdeſtillirt, theils ſich in der Retorte bei dem Salze anhäuft. Je höher die Temperatur geſteigert worden, deſto mehr Säure wird frei, und deſto mehr Stickgas wird entbunden, ſo daſs bei völliger Detonation gar kein oxydirtes Stickgas gebildet wird.

In einem Versuch, bei welchem ich 5 Gr. salpetersaures Ammoniak in eine kleine Retorte über einer Spirituslampe langsam zerlegte, das Wasser in einer gewogenen Vorlage auffing und das Gas durch eine mit salzsaurem Kalk angefüllte gläserne Röhre herausleitete, war das erhaltene Wasser schwach sauer und salzig. Es wog mit dem, welches der salzsaure Kalk aufgenommen hatte, 2,3 Gr.; nach der Abdampfung liefs es 0,295 Gr. salpetersaures Ammoniak zurück. Das Wasser betrug also nur 2,005 Gr. In der Retorte blieben 0,345 Gr. noch unzerlegtes und hervorstechend saures Salz zurück. Wenn wir von der im Wasser und in dem Salze enthaltenen freien Säure absehen, waren nur 4,365 Gr. Salz zerlegt worden, welche 2,005 Gr. Wasser hervorgebracht und einen Verlust von 2,36 Gr. an entwichenem Gas gelitten hatten. Von diesem Wasser musste, dem obigen Princip gemäfs, $\frac{1}{4}$ oder 0,50 Gr. Krystallwasser seyn. Berechnen wir nun, wie viel Krystallwasser die 4,365 Gr. salpetersaures Ammoniak, nach der obigen Bestimmung von 11,232 auf 100, enthalten, so finden wir 0,4905 Gr. Nach der nemlichen Bestimmung musste das aus 4,365 Gr. Salz entweichende Gas 2,4 Gr. betragen. Wenn wir uns nun erinnern, dafs sowohl das unzerlegte Salz als das erhaltene Wasser freie Säure enthielten, so sieht man sehr leicht ein, dafs diese kleine Abweichung von $\frac{1}{500}$ von dem Gewichte des Salzes in dem gefundenen von dem berechneten Resultate, von diesem Säure-Ueberschufs herzuleiten ist; denn

indem dieſer Ueberſchuſs das Gewicht des unzerlegten Salzes vermehrt, muſs er zugleich das Gewicht der Produkte der Zerlegung vermindern. Ich ſehe alſo dieſen Verſuch als einen neuen Beweis für die Richtigkeit der hier beſtimmten Zuſammenſetzung der ſalpeterſauren Salze an.

Reſultate.

Als allgemeines Reſultat geht aus dieſen Verſuchen folgendes hervor:

1. *In den ſalpeterſauren Salzen enthält die Säure 6mal ſo viel Sauerſtoff, als die Baſis*, und da dieſes, wenn man die Säure als aus Stickſtoff und Sauerſtoff zuſammengeſetzt betrachtet, nicht eintrifft, ſo müſſen wir *die Salpeterſäure als aus Ammonium und Sauerſtoff zuſammengeſetzt anſehen.* Kann aber der *Stickſtoff* in den ſalpeterſauren Verbindungen, wo das Ammonium ſich in der poſitiv-elektriſchen Modification befindet, *nicht als Elementar-Beſtandtheil betrachtet werden*, ſo dürfte dieſes wohl nirgends in der organiſchen Natur der Fall ſeyn.

2. Das *ſalpeterſaure Ammoniak* iſt ſo zuſammengeſetzt, daſs die Salpeterſäure doppelt ſo viel Sauerſtoff enthält, als erforderlich iſt, um den aus dem Ammoniak hervorzubringenden Waſſerſtoff zu ſättigen. Das *kryſtalliſirte Salz* enthält eine Menge Kryſtallwaſſer, deſſen Sauerſtoff dem des Alkali gleich iſt. Der Stickſtoff der Säure ſteht zu dem des Alkali in dem Verhältniſſe von 5:4. Das Ammo-

nium in dem Alkali verhält ſich aber zu dem in der Säure wie 6:5. Bei der Zerſetzung dieſes Salzes in der Hitze wird $\frac{1}{9}$ der ganzen Stickſtoffmenge als Stickgas entbunden. — Dieſes iſt die allgemeine Regel der Zuſammenſetzung des ſalpeterſauren Ammoniaks. Dieſe Zahl-Beſtimmungen können jedoch nur dann erſt als *völlig richtig* angeſehen werden, wenn die Zuſammenſetzung derjenigen Körper, aus denen dieſes Salz beſteht, oder die aus demſelben gebildet werden können, mit ihnen, dieſen Regeln gemäſs, bis in den letzten Ziffern völlig übereinſtimmen; bis dahin dürfen ſie nur für Näherungen gelten, die jedoch in ſo fern von groſsem Werthe ſind, als ſie uns mit einiger Sicherheit auf die Spuren der Geſetze der Natur führen.

Daſs das Ammonium des Alkali hier nicht ein Multiplum nach einer ganzen Zahl von dem der Säure iſt, beruhet auf der nämlichen Urſache, als die ſcheinbar anomaliſchen Vermehrungsſtufen mehrerer brennbaren Körper, von denen ich theils ſchon geſprochen habe, theils bei den vegetabiliſchen Säuren umſtändlicher zu ſprechen Gelegenheit haben werde.

Die Analyſe des ſalpeterſauren Ammoniaks läſst ſich als ein förmlicher Beweis für den Sauerſtoff-Gehalt des Waſſerſtoffs anſehn; denn nur dieſer kann Urſache ſeyn, daſs der Sauerſtoff der Säure, wenn man ſie als aus Stickſtoff zuſammengeſetzt betrachtet, kein Multiplum nach einer ganzen Zahl von dem der Baſis iſt. Dieſe Analyſe ſcheint aber

auch zugleich zu beweisen, daſs ich in der ersten Fortsetzung meiner Abhandlung (*Ann.* B. 8. S. 184 u. 186.) den Sauerstoff-Gehalt des Wasserstoffs sehr viel und vielleicht wenigstens 4 Mal zu hoch angenommen habe *).

*) Seitdem ich durch meine Untersuchungen über die Zusammensetzung des Ammoniaks (*Ann.* B. 8. S. 176 f.) und der salpetersauren Neutralsalze hinlängliche Gründe zu haben glaube, den Stickstoff als eine höhere Oxydations-Stufe des nämlichen Radicals als das Ammoniak anzusehen, scheint es mir allerdings (obschon nicht mit derselben Evidenz), daſs der Wasserstoff eine niedrigere Oxydations-Stufe des nämlichen Radicals seyn muſs. Dafür sprechen mehrere Umstände; doch fehlt es auch nicht an solchen, die dagegen sind, und noch ist die Richtigkeit dieser Ansicht nicht völlig bewiesen, so sehr ich mich auch bemüht habe, alles, was sie bestätigen konnte, hervorzuziehn. Es scheint nämlich, als müſste in diesem Fall der im Wasserstoff befindliche Sauerstoff ein Multiplum nach einer ganzen Zahl seyn, das zwischen dem Sauerstoffgehalt des Wassers und dem der verschiedenen Körper, mit welchen das Wasser in Verbindung treten kann, liegt, grade so wie wir das von dem Sauerstoff des Stickstoffs in den salpetersauren Neutral-Salzen sehen werden. Dieses ist aber nicht der Fall, wenn das Wasser wirklich nur $11\frac{3}{4}$ Procent Wasserstoff enthält. Sollte dagegen das Wasser wirklich mehr als $11\frac{3}{4}$ Procent Wasserstoff enthalten (der auf mir unbekannten Gründen beruhenden Bestimmung des Hrn. Gay-Lussac gemäſs), so gehört die letztgenannte Zahl, mit welcher die meisten Analysen wasserhaltiger Körper am besten übereinstimmen, dem metallischen *Ammonium* zu, und der Unterschied zwischen dem Wasserstoffgehalt und der Menge von Ammonium im Wasser, rührt von dem Sauerstoff des Wasserstoffs her. Wenn aber, wie es wahrscheinlich ist, künftige Analysen des Wassers, die mit einer dem jetzigen Zustande der Untersuchungen angemessenen Genauigkeit angestellt werden, den Wasserstoffgehalt desselben zu 11,75, oder nahe bei dieser Zahl, bestimmen sollten, so scheint ein Sauerstoffgehalt des Was-

Noch muſs ich bemerken, daſs es noch nicht möglich iſt, mit Gewiſsheit zu beſtimmen, welche Reihe von Miſchungs-Verhältniſſen die richtigere iſt, ob die nach der Wiegung der Gasarten beſtimmte, oder die, welche aus den von mir angeſtellten Analyſen verſchiedener Salzbaſen hergeleitet iſt. Doch geſtehe ich aufrichtig, daſs ich glaube, in den Salzbaſen den Sauerſtoffgehalt zu hoch angenommen zu haben. Denn wenn man ihn vermindert, werden alle Reſultate übereinſtimmender, indeſs ſie bei Vergröſserung deſſelben ſtärker von einander abweichen. Nimmt man ſo z. B. das Ammoniak als 46,26 Th. Sauerſtoff enthaltend, und das Waſſer als aus 11,75 Waſſerſtoff und 88,25 Sauerſtoff beſtehend an, ſo ſtimmt alles völlig überein.

2. *Baſiſche und überbaſiſche ſalpeterſaure Salze* *).

Baſiſches ſalpeterſaures Bleioxydul.

Ich habe dieſes Salz durch Behandlung des neutralen ſalpeterſauren Bleioxyduls mit weniger kau-

ſerſtoffs nicht in die Berechnungen und die Multiplications-Verhältniſſe kommen zu können. Da dieſes aber, wie wir im Folgenden ſehen werden, zuweilen auch mit dem Sauerſtoff des Stickſtoffs geſchieht, ſo kann es nicht als ein entſcheidender Beweis gegen den Sauerſtoffgehalt des Waſſerſtoffs angeſehen werden. *Berzelius.*

*) Ich habe dieſen und den folgenden Abſchnitt aus der dritten Fortſetzung, wo Hr. Berzelius die Geſetze für die Bildung der baſiſchen Salze entwickelt, hierher verſetzt. *Gilbert.*

stischem Ammoniak, als zur völligen Zerlegung desselben erfordert wird, erhalten. Der weiſse Niederschlag, der hierbei entstand, wurde gut ausgesüſst, stark getrocknet und dann in einer kleinen Glasretorte geglühet; er gab salpetrige Säure und Sauerstoffgas, ohne alle Spuren von condensirter Säure; der Niederschlag enthält also kein Krystallwasser. Er hinterlieſs 80,5 Procent schön citrongelbes Bleioxydul. Das Salz bestehet also aus

Salpetersäure	19,5	— 100.
Bleioxydul	80,5	— 413.
	100,0	513

Es sind aber in 80,5 Theilen Bleioxydul 5,72 Th. Sauerstoff, und in 19,5 Theilen Salpetersäure 17,096 Theile Sauerstoff enthalten, und es ist 5,72 × 3 = 17,16. Es enthält also in diesem Salze die Säure 3mal so viel Sauerstoff als die Basis, und sättiget doppelt so viel Basis als in dem neutralen salpetersauren Bleioxydul.

Ueberbasisches salpetersaures Bleioxydul.

Eine andere Menge von salpetersaurem Bleioxydul wurde mit so viel Ammoniak vermischt, daſs nicht nur alles Bleioxydul niederfiel, sondern daſs auch die Flüssigkeit, nachdem sie mehrere Stunden mit dem Niederschlag digerirt worden war, noch alkalisch blieb. Der Niederschlag wurde mit Wasser so lange gewaschen, bis dieses Wasser nichts mehr aufgelöst enthielt. Das in der Sonne getrocknete weiſse Bleisalz wurde dann in einer kleinen Retorte auf einer stark er-

hitzten Sandkapelle noch stärker entwässert; dabei wurde es gelb, verlor aber nur reines Wasser, ohne daſs sich eine Spur von der Säure entband. Das so getrocknete Salz hinterlieſs nach dem Glühen 90,3 Procent Bleioxyd, wobei sich bloſs salpetrigsaure Dämpfe und Sauerstoffgas, ohne ein Atom tropfbarer Säure, entbanden. Diese 90,3 Theile Bleioxydul enthalten 6,457 Theile Sauerstoff. Sehen wir die Salpetersäure als aus Ammonium und 87,88 Procent Sauerstoff bestehend an, so enthalten die 9,7 Theile Salpetersäure 8,524 Th. Sauerstoff, welches viel weniger ist, als die doppelte Menge des Sauerstoffs der Basis. Betrachten wir dagegen die Salpetersäure als aus 30,5 Th. Stickstoff und 69,5 Th. Sauerstoff zusammengesetzt, so enthalten 9,7 Th. Salpetersäure 6,74 Th. Sauerstoff, also abgesehn von dem geringen Unterschiede von 0,317 Theilen (der sehr wohl auf einem Beobachtungsfehler beruhen kann), gleiche Theile Sauerstoff mit der Basis.

Dieses Resultat schien mir auffallend, um so mehr, da es meinen frühern Ideen über die Zusammensetzung der Salpetersäure zu widersprechen scheint; denn ich hatte es hier nicht etwa mit einem zweifachen basischen Bleisalze zu thun; ein solches mit der Essigsäure kannte ich schon lange, und ich suchte es hier ausdrücklich *). Daſs hier

*) Das *doppelte basische Bleisalz* aufzusuchen, war ich dadurch veranlaſst worden, daſs ich bemerkt hatte, daſs, wenn man essigsaures Bleioxydul mit mehr Bleioxydul

die Salpeterſäure, zufolge des allgemeinen von mir entwickelten Geſetzes der Zuſammenſetzung der Salze, als aus Stickſtoff und Sauerſtoff zuſammengeſetzt, betrachtet werden muſs, war mir völlig unerwartet. Entweder war alſo a) dieſe Beobachtung unrichtig; oder es war b) die Analyſe des neutralen ſalpeterſauren Bleioxyduls fehlerhaft, oder es giebt c) eine mir für jetzt unbekannte Urſache, warum in der Salpeterſäure, wenn ſie mit der gröſstmöglichſten Menge von Baſis geſättigt wird, der Stickſtoff ſich als ein einfacher, keinen Sauerſtoff enthaltender Körper verhält; oder es war endlich noch die Möglichkeit, d) daſs das letztgenannte Salz eine doppelte Verbindung von einem anders modificirten baſiſchen ſalpeterſauren Bleioxydul mit Oxydul-Hydrat ſeyn konnte.

kocht, man eine nicht kryſtalliſirende Verbindung erhält, welche wie ein Alkali auf Pflanzenfarben reagirt, und zu einer Maſſe von gummiartigem Anſehen in der Hitze eintrocknet. Wenn dieſe Verbindung mit noch mehr Bleioxydul digerirt wird, ſchwillt das Bleioxydul auf und wird weiſs; die Auflöſung verliert immer mehr an Bleigehalt, und behält zuletzt einen zuſammenziehenden, nicht ſüſsen Geſchmack. Der ſo gebildete weiſse Niederſchlag löſet ſich in kochendem Waſſer auf und ſchieſst daraus in federartigen Kryſtallen von Seidenglanz an. Ich bin noch nicht ſo weit gekommen, daſs ich die Zuſammenſetzung dieſes Salzes mit Sicherheit hätte ausmitteln können; ſo viel habe ich jedoch gefunden, daſs es weit mehr Bleioxydul als das extractartige Salz enthält, und durch zugeſetzte Eſſigſäure wiederum darin verwandelt werden kann. Dieſe beiden Stufen der baſiſchen Salze werde ich der Kürze wegen mit *baſiſch* und *überbaſiſch* bezeichnen.
Berzelius.

Um alle diese Möglichkeiten zu prüfen, wiederholte ich noch einmal die Untersuchung dieses Salzes. Nach dem Austrocknen im Wasserbade wurde das Krystallwasser in einer kleinen Glasretorte auf der Sandkapelle verjagt. Ich nenne es Krystallwasser, weil das Salz durch diese Verjagung die weisse Farbe mit der gelben vertauschte. Dieses Wasser betrug in einem Versuch 2,30 und in einem andern 2,32 Procent. Das geglühte Salz hinterliess 88,1 Th. Bleioxydul, welches auch durch Schmelzung nicht vermindert wurde. Dieses Salz musste also folgendermassen zusammengesetzt seyn.

Bleioxydul	—	88,10
Salpetersäure	—	9,53
Wasser	— —	2,32
		100,00.

Die unter c) angeführte Ansicht über die Zusammensetzung dieses Salzes wollte ich von allen am wenigsten zulassen, und bemühte mich daher, erst alle andere zu prüfen. Die hier gefundne Menge Bleioxydul enthält 6,299 Th. Sauerstoff; die gefundne Menge der Säure, je nachdem wir den Stickstoff oder das Ammonium als ihr Radical ansehn, 6,66 oder 8,4112 Th. und das Wasser 2,05 Th. Sauerstoff. Da keine der beiden Zahlen für den Sauerstoffgehalt der Säure, zu der für den Sauerstoffgehalt der Basis vollkommen passt, stellte ich mir der unter d) angeführten Hypothese zu Folge vor, dieses Salz sey folgendermassen zusammengesetzt. Die Salpetersäure sey mit $\frac{2}{3}$ des Blei-

oxyduls verbunden, und ſtelle damit ein baſiſches Salz dar, in welchem die Säure doppelt ſo viel Sauerſtoff als die Baſis enthalte; das noch rückſtändige Drittel der Baſis ſey mit dem Waſſer verbunden, als ein Hydrat, in welchem der Sauerſtoff-Gehalt des Waſſers und der des Bleioxyduls gleich ſey; und das Ganze ſtelle alſo einigermaſsen ein Doppelſalz vor, worin der Sauerſtoff im Waſſer in geringſter Menge, und in dem Sauerſtoffgehalt des Bleioxyduls 3mal, in dem der Salpeterſäure 4mal enthalten ſey. — Dieſe Anſicht ſtimmt mit dem Reſultat des Verſuchs überein; daſs ſie aber nach aller Wahrſcheinlichkeit nicht die richtige iſt, beweiſen mir die andern baſiſchen ſalpeterſauren Salze, welche vielmehr anzudeuten ſcheinen, daſs man in dieſem Salze die Salpeterſäure, als Stickſtoff zu ihrem Radical habend, betrachten müſſe, da ſie dann gleiche Theile Sauerſtoff mit der Baſis, und das Waſſer $\frac{1}{3}$ ſo viel Sauerſtoff als dieſe, enthalten würde.

Daſs dieſe Anſicht, nach welcher die Salpeterſäure aus Stickſtoff und Sauerſtoff zuſammengeſetzt zu betrachten iſt, auf das neutrale ſalpeterſaure Bleioxydul *nicht* paſst, wenn dieſes auf 100 Th. Salpeterſäure 205,1 Theile Bleioxydul enthält, haben wir oben S. 166 geſehen. Ich habe daher die *Analyſe des neutralen ſalpeterſauren Bleioxyduls* noch einmal wiederholt.

Ich trocknete zu dem Ende das feingepulverte neutrale ſalpeterſaure Bleioxydul in der Sonne, und ſetzte davon nach einigen Stunden 10 Gr. in einer

kleinen gewogenen Glasretorte einer höhern Temperatur aus, bis das von der Säure befreite Oxydul halb verglast war, und die Retorte anfing zu schmelzen. Weder in dem Retortenhalse, noch in den Vorlagen hatte sich ein einziges Tröpfchen von Säure verdichtet; ein Beweis, dass das neutrale salpetersaure Bleioxydul kein Wasser enthält. Das Gewicht der Retorte war jetzt durch das des Bleisalzes nur noch um 6,729 Gr. vergrössert, und noch einmal erhitzt verlor es nichts mehr, obgleich die Retorte nun ganz zusammengeschmolzen war.

Ich habe diesen Versuch noch mehrmals mit der ängstlichsten Sorgfalt, sowohl in gewogenen Retorten als in einem ebenfalls gewogenen Platinatiegel wiederholt, und er gab mir stets Resultate, die nur zwischen 67,3 bis 67,31 Theile Bleioxydul auf 100 Th. des Bleisalzes variirten. Dieses ist etwas mehr Bleioxyd, als ich in meinen vorigen S. 166 mitgetheilten Versuchen gefunden hatte (67,222) *). Das zu diesen Versuchen angewendete neutrale salpetersaure Bleioxydul gab mit salpetersaurem Silberoxydul nicht die mindeste Trübung, und das rückständige Bleioxydul entband beim Auflösen in Salpetersäure kein Gas, wie es zufolge des Verhaltens der gebrannten salpetersauren Alkalien und alkalischen Erden zu erwarten gewesen wäre. Es entwickelte sich dabei von 6,73 Gr. halbverglasetem Bleioxydul nicht mehr Luft, als der Raum einer Erbse einnahm;

*) Folglich enthält das *neutrale* salpetersaure Bleioxydul auf 100 Theile Salpetersäure 205,87 Theile Bleioxydul. G.

ich sehe sie daher als atmosphärische Luft an, welche mechanisch von dem erkaltenden Oxyde eingesogen worden war.

Hieraus erhellt auf das deutlichste: *erstens*, dass wenn man die Salpetersäure als aus Stickstoff und Sauerstoff zusammengesetzt betrachten will, die in dem neutralen salpetersauren Bleioxydul enthaltne Salpetersäure unmöglich den Sauerstoff nach irgend einem Multiplum nach einer ganzen Zahl des Sauerstoffgehalts, der von ihr gesättigten Basis enthalten kann; und *zweitens*, dass in dem hier beschriebenen basischen salpetersauren Bleioxydul die Basis kein Multiplum nach einer ganzen Zahl von derjenigen Menge der Basis seyn kann, mit welcher die nemliche Menge Säure im neutralen salpetersauren Bleioxydul vorhanden ist. Die hier fehlende Uebereinstimmung der Resultate kann also nicht von fehlerhaften Analysen herrühren, sondern das letzt beschriebene basische Salz ist entweder eine doppelte basische Verbindung, oder es sind Ursachen vorhanden, durch welche die Salpetersäure, wenn sie mit der gröfstmöglichsten Menge der Basis verbunden wird, den Sauerstoff im Stickstoffe so fest hält, dass er sich wie Sauerstoff zu verhalten aufhört, und also nicht mehr in Rechnung gebracht werden kann. Das folgende Beispiel bestätigt die Wahrscheinlichkeit der letzteren Ansicht, und die völlige Erklärung dieser Erscheinung würde uns um einen grossen Schritt in der Lehre von den Proportionen in der Chemie weiter führen.

Basisches salpetersaures Kupferoxyd.

Dieses Salz habe ich mir auf dreierlei Weise bereitet: a) durch gelinde Erhitzung des trocknen neutralen Salzes, und Auslaugung des noch unzersetzten Neutralsalzes mit kochendem Wasser; b) durch Fällung des neutralen salpetersauren Kupferoxyds mit Kalkwasser; und c) durch Fällung mit caustischem Ammoniak, wobei der ganze Kupfergehalt nicht niedergeschlagen wurde. Alle drei Methoden gaben durchaus das nemliche Salz.

In mehreren Versuchen erhielt ich durch Glühen aus diesem Salze 65,6 bis 66 Procent schwarzes Kupferoxyd, und die dabei entbundene Säure war zum gröfsten Theile flüssig. Dieses Salz enthält also Krystallwasser, und nach der unten anzuführenden Berechnung muss es folgendermaßen zusammengesetzt seyn:

Salpetersäure	—	18,9
Kupferoxyd	—	66,0
Wasser —	—	15,1
		100,0.

Die 66 Th. Kupferoxyd enthalten 13,2 Th. Sauerstoff, welchen 18,9 Th. Salpetersäure entsprechen, sofern diese als aus Stickstoff und Sauerstoff zusammengesetzt betrachtet wird. Die übrigen 15,1 Th. müssen Wasser gewesen seyn und enthalten also 13,32 Th. Sauerstoff. Wollten wir dieses Resultat nach einer andern Ansicht der Zusammensetzung der Salpetersäure berechnen, so kommen wir auf kein Verhältniss zwischen dem Sauerstoff der Basis

und dem des Waſſers, worin das eine ein Multiplum des andern nach einer ganzen Zahl ſeyn könnte; denn 13,2 Th. Sauerſtoff würden nach dieſer Anſicht ſchon in 15,04 Theile Salpeterſäure enthalten ſeyn, und folglich der Sauerſtoff des Waſſers den der Baſis an Menge übertreffen, jedoch weniger als das doppelte deſſelben betragen. Wenn wir aber annehmen wollten, daſs der Sauerſtoff der Säure 2mal ſo viel als der der Baſis betrage, ſo würde das Salz 30,08 Th. Salpeterſaure und 3,42 Th. Waſſer enthalten, und wiederum der Sauerſtoff des Waſſers kein Verhältniſs nach einer ganzen Zahl zu dem der Baſis beobachten. Auch wenn man dieſes Salz als eine zweifache Verbindung von baſiſchem ſalpeterſaurem Kupferoxyd mit Kupferoxyd-Hydrat anſehen wollte, giebt dieſes keine ſo genügende Erklärung.

Die Analyſe dieſes Salzes ſcheint alſo die vorhin erwähnte Idee zu beſtätigen, daſs nemlich in den Salzen, in welchen die Salpeterſäure mit der gröſstmöglichſten Menge Baſis geſättigt iſt, die Säure gleiche Menge Sauerſtoff mit der Baſis enthält, in ſofern man die Salpeterſäure als aus Stickſtoff und Sauerſtoff zuſammengeſetzt betrachtet, und alſo den Sauerſtoff des Stickſtoffs nicht in Berechnung bringt. Wir werden für dieſe Anſicht noch eine neue Beſtätigung durch das überbaſiſche ſalpetrigſaure Bleioxydul erhalten, zu dem wir uns nun wenden wollen.

3. *Die salpetrigsauren Salze.*

Da die Beweise, welche sich, wie wir gesehen haben, aus der Analyse der neutralen salpetersauren Salze für die Zusammensetzung des Ammoniaks und des Stickstoffs ziehn lassen, so äuſserst wichtig und unentbehrlich sind, und da die Ideen, auf welche sie führen, mit den ältern Meinungen im Streite stehen, und unter den Chemikern viele Gegner finden werden, so hielt ich es für wesentlich nöthig, alles, was in diesen Beweisen zweideutig oder schwankend scheinen könnte, noch näher zu betrachten. Um die Richtigkeit der Idee, die Salpetersäure sey aus *Ammonium* und Sauerstoff zusammengesetzt, auſser allen Zweifel zu setzen, beschloſs ich eine Beobachtung zu benutzen, welche ich bei meinen vielen Arbeiten mit den Bleisalzen zu machen Gelegenheit gehabt hatte.

Basisches salpetrigsaures Bleioxydul.

Es ist eine von Proust entdeckte und seitdem allgemein bekannte Erscheinung, daſs wenn man Bleimetall mit einer Auflösung von salpetersaurem Bleioxydul kocht, das Blei aufgelöst wird und man eine gelbe Flüſsigkeit erhält, welche in schuppigen gelben Krystallen anschieſst. Hr. Proust hielt diese Verbindung für ein Salz, worin das Blei auf eine niedrigere Stufe der Oxydation gebracht sey. Hr. Thomson erklärte dagegen das nemliche Salz, als er es durch Erhitzung von salpetersaurem Bleioxydul erhielt, für gewöhnliches basisches salpetersau-

res Bleioxydul. Keiner dieser beiden Chemiker hatte seine Aufmerksamkeit auf den veränderten Zustand der Salpetersäure gerichtet; daher der Widerspruch in ihren Resultaten, in welchen der eine nicht richtiger als der andere geschlossen hat.

Ich hatte sehr oft gefunden, dass wenn ich Blei in Salpetersäure auflösete, die Auflösung zuletzt zitronengelb wurde, ohne dass das von Hrn. Proust beschriebene schuppige Salz daraus anschoss. Da diese gelben Auflösungen schlechter als die gewöhnlichen krystallisirten und ein gelbes Salz gaben, versuchte ich sie durch hinzugesetzte Salpetersäure zur Krystallisation zu zwingen *). Die Farbe verschwand sogleich, und es schoss salpetersaures Bleioxydul in Menge an. Diese mit Salpetersäure gemischten Auflösungen rochen aber jedesmal so erstickend nach Salpetergas, ohne dass sich jedoch rothe Dämpfe zeigten, dass ich sie aus dem Arbeitszimmer entfernen musste. Ich übergoss nun eine Portion des gelben Salzes mit Salpetersäure und erwärmte die Mischung gelind; dabei entwickelten sich kleine Gasbläschen, welche noch am Boden des Gefässes, ehe sie mit der Luft in Berührung gekommen waren, roth erschienen. Essigsäure brachte die nemliche Erscheinung hervor. Es konnte also nicht mehr bezweifelt werden, dass dieses gelbe Salz eine

*) Es ist bekannt, dass mehrere Salze aus ihren Auflösungen in Wasser durch zugesetzte freie Säure gefällt werden, wahrscheinlich dadurch, dass durch die Säure die Capacität des Wassers vermindert wird. Berzelius.

Verbindung von *salpetriger Säure* mit Bleioxydul enthielt, von der es wahrscheinlich die gelbe Farbe hatte.

Ich beschloss sogleich zu prüfen, wie sich der Sauerstoff der salpetrigen Säure zu dem der Basen verhalte, und ob dieses Verhalten nicht einen neuen Beweis für meine Idee von der Zusammensetzung des Stickstoffs abgeben könne. Zu dem Ende kochte ich in einem kleinen Glaskolben eine Auflösung von 20 Grammen salpetersaures Bleioxydul mit 12,4 Gr. dünn geschlagnem Blei, d. i. genau mit so viel, als das Salz vorher enthielt. Nach etlichen Stunden war das Blei vollkommen aufgelöst, und die Auflösung hatte eine gesättigte gelbe Farbe angenommen. Während des Abkühlens schoss sie ganz zu einer gelben schuppigten Masse an, aus welcher sich eine farbenlose Flüssigkeit auspressen liess. Die Auflösung hatte einen mehr schrumpfenden als süssen Geschmack, und reagirte auf geröthetes Lakmuspapier ganz wie ein Alkali. Dieses war auch mit den Krystallen der Fall. Säuren entwickelten aus diesem Salze salpetrigte Säure in grosser Menge. Dieses Salz ist also *basisches salpetrigsaures Bleioxydul.* Es musste daher noch eine andere und zwar neutrale Verbindung zwischen der salpetrigen Säure und dem Bleioxydul existiren. Von ihr werde ich weiterhin sprechen, und hier erst die Zusammensetzung dieses basischen Salzes auszumitteln suchen.

Die erhaltenen Kryſtallen wurden zu einem feinen Pulver gerieben, dieſes ſtreng getrocknet und dann in einer kleinen gewogenen Glasretorte erhitzt, und zuletzt ſehr ſtreng geglühet, bis ſich kein Salpetergas mehr entband. Das Salz ſchmolz in der Hitze nicht. Es gab theils gasförmige, theils flüſſige, rothe, rauchende ſalpetrige Säure her, und enthielt alſo Kryſtallwaſſer. Der noch ungeſchmolzene Theil des Bleioxyds war ſchön hellgelb, und wog in verſchiedenen Verſuchen 79,5, 79,75 bis 80 Procent von dem angewandten Salze.

Wenn wir die ſalpetrige Säure als aus *Stickſtoff* und Sauerſtoff zuſammengeſetzt betrachten, ſo enthält ſie gegen 63,1 Th. Sauerſtoff 39,5 Th. Stickſtoff. Wenn wir ſie dagegen als aus *Ammonium* und Sauerſtoff zuſammengeſetzt anſehen, ſo beſteht ſie in 100 Theilen aus 15,88 Th. Ammonium und 84,12 Th. Sauerſtoff. In der Menge von Bleioxydul, welche wir bei dieſen Verſuchen erhalten haben, befinden ſich 5,70 bis 5,72 Theile Sauerſtoff; dieſe müſſen in dem in den 20 Procent verflüchtigter Säure enthaltenen Sauerſtoff nach *einer ganzen Zahl* enthalten ſeyn. Wenn wir den Stickſtoff als Radical der ſalpetrigen Säure anſehen, ſo kann dieſe Säure nicht 3 Mal den Sauerſtoff der Baſis enthalten. Die Menge ſalpetrige Säure, welche 2 Mal 5,72 Th. Sauerſtoff in ſich ſchlieſst, iſt 18,13 Th.; für das Waſſer bliebe alſo nur 1,87 Theil zurück, welches offenbar zu wenig iſt, da bei der Deſtilla-

von dieses Salzes die gröfste Menge der Säure in tropfbar flüssiger Gestalt erhalten wird.

Um hierüber Gewifsheit zu erhalten, trocknete ich eine Menge von dem basischen Salze sehr streng, bis sich die Säure davon zu entfernen anfing, und also alles mechanisch anhängende Wasser vollkommen entfernt seyn mufste: das Salz hatte eine dunklere Farbe angenommen, und gab in einer Retorte geglühet, wie zuvor, flüssige Säure, wobei es 81,3 Procent Bleioxydul hinterliefs. Da nun die verflüchtigten 18,7 Procent wie zuvor gröfstentheils flüchtig waren, so ist es ganz unmöglich, dafs die salpetrige Säure 2 Mal den Sauerstoff der Basis des Salzes enthalten kann; denn dann bliebe nichts für den Wassergehalt derselben übrig. Wenn sie aber mit dem sie neutralisirenden Bleioxydul nur gleiche Theile Sauerstoff enthalten sollte, so müfste das Salz 10,93 Th. Krystallwasser in sich schliefsen, und der Sauerstoff dieses Krystallwassers würde kein gesetzmäfsiges Verhalten zu dem der Basis beobachten *). Die Zusammensetzung dieses Salzes stimmt also mit den für die übrigen Salze gefundenen Gesetzen keineswegs überein, in sofern wir den Stickstoff als das Radical der salpetrigen Säure annehmen.

Wenn wir dagegen die salpetrige Säure als aus *Ammonium* und Sauerstoff zusammengesetzt betrachten, und in der Säure 2 Mal so viel Sauerstoff als in der sie neutralisirenden Basis annehmen, so

*) Vergl. S. 167. Anm. *Gilbert.*

würde die Menge der salpetrigen Säure in diesem Salze 13,57 bis 13,6 Procent betragen, wobei 6,4 bis 6,68 Procent für das Krystallwasser übrig bleiben. So viel Theile Wasser enthalten aber 5,64 bis 5,88 Th. Sauerstoff. Wir können also mit Sicherheit schliessen, dass dieses Salz so zusammengesetzt ist, dass die Basis und das Krystallwasser gleiche Theile Sauerstoff enthalten, und die Säure (den Sauerstoff des Stickstoffs mit eingerechnet) 2 Mal so viel Sauerstoff als die Basis in sich schliesst. Die Zahlen-Verhältnisse der Bestandtheile des *basischen salpetrigsauren Bleioxyduls* sind dann nahe wie folgt:

Bleioxydul	80,0
salpetrige Säure	13,6
Wasser	6,4
	100,0

Wir wollen nun, um diese Idee näher zu prüfen, die Bildung des basischen Salzes genauer untersuchen. Es geben, wie wir S. 166 gesehn haben, 100 Th. Salpetersäure mit 205,1 Th. Bleioxydul ein neutrales salpetersaures Bleisalz. Sollen diese 100 Th. Salpetersäure zu salpetriger Säure zurückgebracht werden, so müssen sie ein Fünftel ihrer Sauerstoffmenge (den Sauerstoff des Stickstoffs eingerechnet) verlieren. Wenn nun in allen salpetersauren Salzen der Sauerstoffgehalt der Säure 6 Mal so gross als der der Basis ist (S. 173.), so muss er in 100 Th. Salpetersäure 6 . 14,66 = 88 Th. be-

tragen. Nun iſt $\frac{88}{5} = 17,6$ *); aus 100 Th. Salpeterſäure entſtehen folglich 100 — 17,6 = 82,4 Theile ſalpetrige Säure, deren Sauerſtoffgehalt 70,35 beträgt. Nimmt nun das Blei, das von dem flüſſigen ſalpeterſauren Bleioxydul, womit man operirt, aufgelöſt wird, dieſe 17,6 Th. Sauerſtoff in ſich auf, ſo muſs die Auflöſung mit Einſchluſs des anfänglich vorhandnen Bleioxyduls, welches 14,66 Th. Sauerſtoff enthielt, von der Baſis dann eine Menge in ſich ſchlieſsen, deren Sauerſtoff 32,26 Th. beträgt. Nach der oben angeführten Analyſe ſoll die ſalpetrige Säure die doppelte Menge dieſes Sauerſtoffs, das iſt, 64,54 Th. Sauerſtoff enthalten. Wir haben aber geſehen, daſs ſie in der That 70,35 Th. Sauerſtoff, alſo 5,48 Th. mehr in ſich ſchlieſst. Wenn daher dieſe Berechnung richtig iſt, ſo muſs ein Theil der ſalpetrigen Säure zugleich zerſetzt, und folglich Salpetergas oder Stickgas entbunden werden. Dieſe durch eine ungleiche Zerlegung der Salpeterſäure entſtehende Gasentbindung läugnet zwar Herr Prouſt, und ſeitdem auch Hr. Gehlen; ſollte ſie aber doch nicht Statt finden? oder vielmehr, wie ſollte das ſalpeterſaure Bleioxydul zuſammengeſetzt ſeyn, wenn ſie nicht Statt fände? Die Sal-

*) Ich muſs hier die oft gemachte Bemerkung wiederholen, daſs, wenn in meinen Verſuchen der Sauerſtoffgehalt der Baſen ein wenig zu groſs ausgefallen iſt, dieſer Fehler durch die 6fache Vergröſserung hier bedeutend wird. Der Leſer ſieht aber leicht ein, daſs dieſes auf die hier entwickelte Vorſtellung keinen weſentlichen Einfluſs hat. *Berzelius.*

peterſäure müſste dann eine Menge Bleioxydul ſättigen, deren Sauerſtoff $\frac{1}{5}$ von dem der Säure beträgt (nemlich ſo fern dieſe aus Ammonium, oder $\frac{1}{4}$ ſo fern ſie aus Stickſtoff und Sauerſtoff zuſammengeſetzt wäre). Dieſes würde aber, wenn meine Analyſe des ſalpeterſauren Bleioxyduls einigermaſsen richtig iſt, in den 100 Theilen Salpeterſäure, welche 205,1 Th. Bleioxydul ſättigen, eine Menge von Waſſer, deren Sauerſtoff dem des Bleioxyduls gleich wäre, vorausſetzen, da denn 100 Th. waſſerfreier Salpeterſäure ſo viel Bleioxydul ſättigen müſsten, als 17,59 Th. Sauerſtoff in ſich ſchlieſst. Meine S. 166 beſchriebenen Verſuche zur Analyſe des ſalpeterſauren Bleioxyduls und des ſalpeterſauren Ammoniaks zeigen aber, wie mich dünkt, unwiderleglich, daſs ein ſolches in der Säure verborgenes Waſſer nicht vorhanden iſt. Die Verwandlung des ſalpeterſauren Bleioxyduls in baſiſches ſalpetrigſaures Bleioxydul iſt alſo ohne Zerſetzung eines Theils der ſalpetrigen Säure, und alſo ohne eine Gasentbindung, nicht möglich.

Folgender Verſuch brachte mich hierüber ins Reine. Ich that in einen kleinen gläſernen Kolben 12 Gran ſalpeterſaures Bleioxydul und 10 Gr. dünn geſchlagenes Blei, goſs den Kolben mit gekochtem Waſſer voll, und brachte in die Mündung des Kolben eine gleichfalls mit Waſſer gefüllte Gas-Entbindungs-Röhre. Der Kolben wurde langſam über einer Weingeiſtlampe erhitzt, bis die Flüſſigkeit dem Siedepunkte nahe kam. Das Blei fing nach und

merkte, welche aufgelöst werden konnte, ohne dafs sich dabei überbasisches Salz bildete. In dem ersten Versuch löseten 10 Gran salpetersaures Bleioxydul 7½ Gr. Blei ohne Spuren von überbasischem Salze auf. Ich erhitzte dann die erkaltete Auflösung aufs Neue und legte 1 Gran Blei hinein, womit ich sie 1 Stunde kochte. Es wurden 0,28 Gr. Blei aufgelöst, und während des Erkaltens schossen einige Gruppen von überbasischem Salze an. Andere 10 Gr. Bleisalpeter wurden mit 7,9 Gr. Blei zu völliger Auflösung gekocht; während des Erkaltens der Auflösung zeigten sich einige wenige Spuren von überbasischem Salze. Noch andere 10 Gr. salpetersaures Bleyoxydul, worin 7,8 Gr. Blei aufgelöst waren, gaben zwar keine recht deutliche Zeichen von überbasischem Salze, das Unterste der Krystallisation, am Boden des Gefäfses, schien jedoch etwas röthlicher als das obere zu seyn. Da nun das überbasische Salz nicht in kaltem Wasser völlig unauflöslich ist, so glaubte ich durch diese Näherungsmethode keine genauere Bestimmung erwarten zu können.

Es ist leicht zu berechnen, wie viel Blei von salpetersaurem Bleioxydul aufgelöst werden muss, damit es sich in das basische salpetrigsaure Salz verwandle. Denn wenn, nach der spätern S. 182 angeführten Analyse, das neutrale salpetersaure Bleioxydul in 305,87 Theilen 100 Theile Salpetersäure enthält, welche, um zu salpetriger Säure zu werden, 17,6 Th. (oder nach der Bestimmung von den

Voluminibus der gasförmigen Bestandtheile der Salpetersäure 17,395 Th.) Sauerstoff abgeben müssen, so ist das dabei sich bildende Bleioxydul nicht hinreichend, alle salpetrige Säure auf die nämliche Sättigungsstufe zu bringen, sondern es entsteht ein Ueberschuss von 5,74 Theilen salpetriger Säure. Durch eine sehr leichte Berechnung findet sich, dass, wenn salpetrige Säure zu Salpetergas wird, sie ein Viertel ihrer ganzen Sauerstoffmenge verliert *), und dass also 2 Theile salpetrige Säure müssen zersetzt werden, um das Bleioxydul hervorzubringen, welches mit 1 Theil salpetriger Säure das basische Salz darstellt **). Von den überschüssigen 5,74 Th. salpetriger Säure müssen also 3,826 Th. zerlegt worden seyn und 0,805 Th. Sauerstoff an das Blei abgegeben haben. Diese zu den vorher genannten 17,59 Th. Sauerstoff addirt, geben 18,375 Th. Sauerstoff, welche von dem aufgelösten Blei aufgenommen worden sind; 18,375 Th. Sauerstoff verbinden sich aber mit 238,8 Th. Blei. Wenn nun aber 305,87 Th. salpetersaures Bleioxydul 238,8 Th. Blei auflösen, so lösen 100 Th. dieses Salzes 78 Th. Blei auf. Wir haben aber gesehen, dass in diesen Versuchen die Bildung des überbasischen Salzes genau auf diesem Punkt seinen Anfang nahm.

Vielleicht giebt es unter den indirecten Beweisen für die wahre Zusammensetzung der Salpeter-

*) Erste Forts. *Ann.* N. F. B. 5. S. 186.

**) In sofern in diesen Salzen die Säure noch einmal so viel Sauerstoff als die Basis enthält. G.

säure, und mithin auch des Ammoniaks und des Stickstoffs, keinen bündigeren als diesen. Denn die hier angeführten Beobachtungen, wenn sie auch nicht auf die gröfste Genauigkeit Anspruch haben, können unmöglich so fehlerhaft seyn, daſs die Bildung des basischen salpetrigsauren Bleioxyduls sich mit einer andern Idee über die Zusammensetzung und die Sättigungs-Capacität dieser beiden Säuren vertragen sollte.

2. *Neutrales salpetrigsaures Bleioxydul.*

Ich wünschte nun auch das neutrale salpetrigsaure Bleioxydul kennen zu lernen, und dazu schlug ich folgenden Weg ein. Ich vermischte eine gesättigte kochende Auflösung des basischen Salzes mit so viel Schwefelsäure, als erforderlich war, um die Hälfte des in ihr befindlichen Bleioxyduls zu sättigen *). Ich erhielt eine gesättigte goldgelbe Auflösung, welche nach dem Erkalten nicht krystallisirte, und, wenn ich sie durch Abdampfen auf der Sandkapelle concentriren wollte, sich zum Theil zersetzte und basisches salpetersaures Bleioxydul gab. Daher überlieſs ich einen Theil derselben der selbst-erfolgenden Verdunstung, und nach und nach schoſs aus demselben ein dunkel-zitrongelbes Salz in octaedrischen Krystallen an. Dieses so gewonnene gelbe Salz ist beträchtlich auflöslicher im

*) Ich muſs hierbey bemerken, daſs, wenn dieser Versuch nicht in einem langhalsigen Kolben gemacht wird, ein Theil der salpetrigen Säure gasförmig entweicht, und die Zerlegung des Salzes nicht vollständig wird. *Berzelius.*

Waſſer, als das ſalpeterſaure Neutralſalz. Wenn es in gekochtem und noch heiſsem Waſſer aufgelöſt wird, hinterläſst es eine geringe Menge baſiſches ſalpeterſaures Bleioxydul, welche ſich während der Verdunſtung des Waſſers gebildet hat; in ungekochtem Waſſer wird dieſer Rückſtand noch beträchtlicher. Da es unmöglich iſt, dieſes Salz in trockner Geſtalt völlig rein darzuſtellen, ſo kann eine Analyſe deſſelben kein recht ſcharfes Reſultat geben.

In einer kleinen Glasretorte wurden davon 10 Grammes erhitzt. Das Salz ſchmolz und glich in dieſem Zuſtande dem ſalzſauren Blei- oder Silber-Oxydul; es hatte eine dunkelbraune Farbe angenommen, und ſchäumte ſehr ſtark, indem es ſich zerlegte. Ein Theil der ſich entbindenden Säure ging gasförmig weg, ein anderer Theil ſetzte ſich in der Vorlage tropfbar flüſſig ab. Dieſes Salz enthält alſo Kryſtallwaſſer. In der Retorte blieb als Rückſtand ein zuſammengeſchmolzenes Bleioxydul, welches 7 Gran wog. Ohne allen Zweifel iſt in dieſem Salze wenigſtens doppelt ſo viel Säure gegen die Baſis als in dem baſiſchen ſalpetrigſauren Bleioxydul enthalten, und ſättigt folglich die ſalpetrige Säure in dem neutralen Salze eine Menge Bleioxydul, welche $\frac{1}{4}$ ſo viel Sauerſtoff als die Säure enthält; d. i. 100 Theile Säure 294,1 Th. Bleioxydul. Dieſes wird um ſo weniger ſtreitig, da die 100 Th. ſalpetrige Säure, wenn man ſie als aus Stickſtoff und Sauerſtoff zuſammengeſetzt betrachtet, 3 Mal

die in 294,1 Th. Bleioxydul befindliche Sauerstoffmenge enthalten würden, und also beide Ansichten sich mit diesem Resultat vereinigen lassen. Enthält nun überdiess das Krystallwasser eine gleiche Menge Sauerstoff mit der Basis, so ist das *neutrale salpetrigsaure Bleioxydul* folgendermaßsen zusammengesetzt:

Bleioxydul	70,375
salpetrige Säure	23,925
Wasser	5,700
	100,000

In dem Versuch hinterliess das Salz nur 70 Procent Bleioxydul. Der kleine Unterschied von beinahe $\frac{4}{1000}$ rührt wahrscheinlich daher, dass die salpetrige Säure sich während der Abdampfung mehr und mehr oxydirt, und daher das Salz weniger an Basis zurücklassen musste.

3. *Ueberbasisches salpetrigsaures Bleioxydul.*

Das *überbasische* salpetrigsaure Bleioxydul ist ein in kaltem Wasser sehr schwer auflösliches Salz. Es schiesst während des Erkaltens in kleinen dunkelziegelfarbigen Krystallschuppen an. Die Auflösung zersetzt sich an der Luft, oder wenn sie mit ungekochtem Wasser vermischt wird, und setzt ein häufiges weisses Pulver ab. An der Luft läſst sich das trockene Salz unverändert aufbewahren. In der Hitze schmilzt es nicht, und bei einer nicht sehr erhöheten Temperatur läſst es sich von allem Wasser befreien, ohne dass dabei etwas von der Säure

verflüchtigt wird; ich glaube also, dafs es kein Krystallwasser enthält. Als ich 10 Gran stark getrockknetes überbasisches Salz in einer kleinen gewogenen Glasretorte glühete, erhielt ich nur gasförmige salpetrige Säure, und sie hinterliessen 8,9825 Gr. Bleioxydul. Dieses Salz ist also folgendermafsen zusammengesetzt:

Bleioxydul .	89,825
salpetrige Säure	10,175
	100,000

Wenn wir dieses Resultat berechnen, so finden wir, dafs die salpetrige Säure, sofern wir den Stickstoff als ihr Radical betrachten, in diesem Salze beinahe gleiche Theile Sauerstoff mit dem Bleioxydul enthält, mit einer Genauigkeit, die fast bis in die letzten Zahlen reicht; dafs aber die Zusammensetzung dieses Salzes nicht dem Princip gemäfs wird, wenn wir den Sauerstoff des Stickstoffs mit in die Berechnung hineinziehn. In zwei andern Versuchen erhielt ich 89,5 und 89,66 Procent Bleioxydul aus diesem Salze.

Wir sehn hier eine neue Bestätigung der vorhin erwähnten Idee, dafs in den überbasischen salpetersauren Salzen, in welchen die Säure und das Bleioxydul gleiche Theile Sauerstoff enthalten, der Stickstoff bei der Berechnung als ein einfacher Körper betrachtet werden mufs. Wenn aber auf der andern Seite die salpetrige Säure den Sauerstoff nach einem Multiplum des in der Basis befindlichen enthält, so entspricht die Zusammensetzung des

Salzes dem gewöhnlichen Gesetze nur dann, wenn wir den Sauerstoff des Stickstoffs in die Berechnung mitnehmen. Ich wage über die Ursache dieses sonderbaren Umstands keine Muthmaſsung.

Wenn wir die Menge von Basis berechnen, welche 100 Theile salpetrige Säure in den drei hier beschriebenen salpetrigsauren Salzen sättigen, so finden wir, daſs diese 100 Theile Säure im basischen Salze mit 2 Mal so viel, und im überbasischen Salze mit 3 Mal so viel Bleioxydul, als in dem neutralen Salze, verbunden sind. In den drei salpetersauren Bleioxydul-Salzen findet aber eine solche gesetzmäſsige Progression nicht Statt, denn in ihnen verhalten sich die mit 100 Theilen Säure verbundenen Mengen der Basis, wie 1 : 2 : 4,75. Diese Anomalie kann nur darin ihren Grund haben, daſs der Stickstoff ein zusammengesetzter Körper ist, und scheint mir also ein Beweis mehr dafür zu seyn.

Es ist leicht einzusehen, daſs die Bildung des überbasischen Salzes auf Kosten der salpetrigen Säure geschieht. Ich fand durch einen Versuch, daſs dabei Salpetergas entbunden wird, und in diesem Gas konnte ich keine bemerkbare Spur von Stickgas finden. Nach den obigen Berechnungen kann das salpetersaure Bleioxydul, um überbasisches salpetrigsaures Bleioxydul zu werden, ein dem seinigen fast gleiches Gewicht Bleimetall auflösen. In einem der hier angeführten Versuche hatten zwar 100 Th. Bleisalpeter 116½ Th. Blei aufgelöst; der Versuch war aber in einem langhalsigen Kolben angestellt wor-

den, in welchem ein beträchtlicher Theil Salpetergas ſich mit dem Sauerſtoffgas der hereindringenden Luft verband, und als Salpeterſäure in den Kolben zurückfloſs. Dieſes geſchieht beſonders, wenn das baſiſche Salz gebildet iſt, weil dann 3 Th. der ſalpetrigen Säure zerſetzt und in Salpetergas verwandelt werden müſſen, um 1 Theil des Salzes in überbaſiſches Salz zu verwandeln. In Diſtillirgefäſsen geſchieht dieſes nicht, weil in ihnen die neugebildete Säure ſich in der Vorlage anſammelt, wo dann das condenſirte Waſſer aus leicht begreiflichen Urſachen mehr oder weniger ſauer iſt, je nachdem die Hitze das Kochen der Flüſſigkeit mehr oder weniger ungleich unterhalten hat.

Wenn man in einem offenen Gefäſs eine ſchwachſaure Auflöſung von ſalpeterſaurem Bleioxydul mit mehr Blei kocht, ſo erhält man eine gelbe Auflöſung, welche in gelben Kryſtallen anſchieſst. Ich glaubte anfangs, dieſes könne ein *Doppelſalz* mit zwei Säuren ſeyn, und ſuchte es daher mit Genauigkeit zu analyſiren, fand aber, daſs es ſich nicht gleich blieb, daſs auch der nämliche Anſchuſs hier und da gelber war, und daſs die letzten Anſchüſſe ſalpetrigſaures Bleioxydul in gröſserer Menge als die erſten enthielten. Dieſes Salz war alſo nur eine gleichzeitige Kryſtalliſation der beiden vermiſchten Salze. Durch Pulvern und Ausſetzen an der Luft verliert es nach und nach ſeine gelbe Farbe, und wenn man es dann in Waſſer auflöſt, ſo läſst dieſes baſiſches ſalpeterſaures Bleioxydul zu-

rück. Wäre dieſes Salz wirklich ein Doppelſalz, wo die Säuren die Baſis unter ſich zur Hälfte getheilt hätten, ſo müſste es nach dem Glühen 68,9 Procent Bleioxydul hinterlaſſen. Ich erhielt aber nur 67,5 bis 68,5 Procent, je nachdem ich frühere oder ſpätere Anſchüſſe zu unterſuchen hatte.

Noch muſs ich eine Erſcheinung des *neutralen ſalpetrigſauren Bleies* erwähnen, welche es wahrſcheinlich mit den übrigen ſalpetrigſauren Salzen gemein hat. Wenn man eine Auflöſung dieſes Salzes in der Wärme concentrirt, ſo oxygenirt ſich die Säure ſtärker, und da dann die neugebildete Salpeterſäure in dem Salze ¼ mehr Baſis findet, als ſie ſättigen kann, ſo ſetzen ſich von dem neugebildeten ſalpeterſauren Salze ⅔ als baſiſches Salz ab, während ⅓ als neutrales ſalpeterſaures Bleioxydul in der Auflöſung zurückbleiben. Wenn die Flüſſigkeit einen gewiſſen Grad von Concentration erreicht hat, entſtehet darin bei einer Temperatur, welche dem Siedepunkte nahe kömmt, ein Aufbrauſen, wobei ſich Salpetergas entbindet, und baſiſches und überbaſiſches ſalpeterſaures Bleioxydul gebildet werden.

Das neutrale ſalpetrigſaure Bleioxydul kann ſich alſo auf zweierlei Weiſe zerſetzen. *Entweder* die Säure oxygenirt ſich auf Koſten der Luft ſtärker, und es entſteht eine Miſchung von ⅔ baſiſchem und ⅓ neutralem ſalpeterſauren Bleioxydul; *oder* es entbindet ſich in der Hitze die Hälfte des Ammoniums der Säure mit ſo viel Sauerſtoff, als nöthig iſt, um Salpetergas zu bilden, und der zu-

rückbleibende Sauerstoff verwandelt die andere Hälfte des Ammoniums in Salpetersäure, wobei $\frac{4}{10}$ des Gewichts der salpetrigen Säure als Salpetergas entweichen, während $\frac{6}{10}$ als Salpetersäure zurückgehalten werden, und eine Mischung aus $\frac{7}{8}$ basischem und $\frac{1}{8}$ überbasischem salpetersaurem Bleioxydul bilden. Die Flüssigkeit bleibt, so lange sie kochend ist, ziemlich ungetrübt; nach dem Erkalten setzen sich aber die basischen Salze daraus ab. Das Nemliche geschieht auch, wenn man die Auflösung mit Wasser verdünnt. Die Verwandelung der salpetrigen Säure in Salpetersäure, durch eine veränderte Vertheilung des Sauerstoffs an verschiedenen Portionen des Radicals, ist dieser Säure mit den übrigen unvollkommenen Säuren gemein.

4. *Andere salpetrigsaure Salze.*

Ich habe versucht mittelst des salpetrigsauren Bleioxyduls andere salpetrigsaure Salze zu bereiten, indem ich schwefelsaure Salze mit demselben vermischte, habe bis jetzt aber wenig mehr als die Ueberzeugung von der Möglichkeit sie darzustellen, erhalten. Wenn ich so z. B. schwefelsaures *Kupferoxyd* mit salpetrigsaurem Bleioxydul vermischte, erhielt ich eine grasgrüne Auflösung, welche an der Luft nach und nach basisches salpetersaures Kupferoxyd absetzte, und endlich nach einigen Wochen wiederum blau wurde. Dasselbe erfolgte noch geschwinder in der Wärme. Ich versuchte dieses Salz aus salpetersaurem Kupferoxyd durch

Digeſtion über Kupfer zu bereiten, es wollte mir aber nicht gelingen ein ſalpetrigſaures Salz zu erhalten, wahrſcheinlich weil die ſalpetrige Säure mit dem Kupferoxyd kein ſolches baſiſches Salz als mit dem Bleioxydul giebt.

Salpetrigſaures Ammoniak auf die nemliche Weiſe, wie das ſalpetrigſaure Kupferoxyd bereitet, iſt ein farbenloſes Salz, welches bei einer nicht ſehr erhöheten Temperatur ſich zerſetzt. Bei 40° bis 50° fährt die Auflöſung immer fort Gasbläschen zu entbinden, welche reines Stickgas ſind; bis zum Kochen erhitzt, ſchäumt es ſtark, und die Gasentbindung wird häufiger, und ſo lange die Auflöſung nicht zu ſehr concentrirt iſt, wird nichts als Stickgas erzeugt, wobei die Auflöſung ihre Neutralität behält. Ich verſuchte das Salz in trockener Geſtalt darzuſtellen, indem ich dieſe Auflöſung in flachen Glasſchalen in einem trockenen Luftzuge ſtehen lieſs, und erhielt eine undeutlich kryſtalliſirte Salzmaſſe, welche ſalpeterſaurem Ammoniak gleich war. In einer kleinen Retorte geſchmolzen, gab ſie ſehr viel Gas und eine Menge mit Ammoniak ſehr ſtark beladenes Waſſer. Das erhaltene Gas wurde durch Sauerſtoffgas nicht geröthet, und hatte alle Eigenſchaften des oxydirten Stickgas.

Dieſe Erſcheinungen ſind leicht zu erklären. Die ſalpetrige Säure neutraliſirt eine Menge Baſis, welche ¼ ſo viel Sauerſtoff als die Säure enthält. Der Sauerſtoff der Säure (der des Stickſtoffs nicht darin eingerechnet) iſt dann genau hinlänglich al-

len durch höhere Oxydirung des Ammoniaks hervorzubringenden Wasserstoff in Wasser zu verwandeln, wobei der Stickstoff der Säure und der des Ammoniaks in Gasform zugleich entbunden werden. Das salpetrigsaure Ammoniak zersetzt sich also, wenn es nicht eine zu concentrirte Auflösung darstellt, in Wasser und Stickgas, und vielleicht giebt dieses Salz die wohlfeilste und sicherste Methode an die Hand, um sich dieses Gas in reinem Zustande zu verschaffen. Die Säure und das Alkali geben gleiche Mengen Stickstoff her; das Alkali enthält aber $1\frac{1}{2}$ Mal so viel Ammonium als die Säure. Wenn das trockene Salz erhitzt wird, und dabei, wie wir gesehen haben, ganz andere Zerlegungsprodukte hervorbringt, so lassen sich diese auf folgende Weise erklären: Das salpetrigsaure Ammoniak zerlegt sich auf der einen Seite wie das salpetrigsaure Bleioxydul in Salpetergas, salpetersaures Ammoniak und freies Ammoniak (weil das Alkali kein basisches Salz darstellen kann), und auf der andern Seite fährt ein anderer Theil des Alkali fort, sich in Wasser und in Stickgas zu zerlegen; und da das Salpetergas und das Stickgas im Entstehen einander berühren, so bilden sie oxydirtes Stickgas, und die Produkte dieser doppelten Zerlegung werden oxydirtes Stickgas, Wasser, freies Ammoniak, und salpetersaures Ammoniak, welches, indem es sich ferner zersetzt, die Menge des oxydirten Stickgases und des Wassers vermehrt.

* * *

Ich glaube, dafs durch diese Versuche *erstens* die Lehre von der *Zusammensetzung der Salpetersäure* mehr ins Klare gesetzt wird, und *zweitens* glaube ich durch sie dargethan zu haben, dafs die *salpetrige Säure* eine selbstständige, eigene Salze mit den Basen hervorbringende Säure ist, welche eine Menge Basis neutralisirt, deren Sauerstoff ¼ von dem der Säure beträgt. Einige neuere Chemiker hatten in dieser Säure eine Verbindung von Salpetersäure mit Salpetergas sehen wollen, welche durch Sättigung mit Basen zerlegt werde. Diese Meinung war aber auf Versuche gestützt, welche das wohl nicht bewiesen, was sie beweisen sollten.

Die Kenntnifs der salpetrigen Säure ist zur Erklärung einiger Erscheinungen, welche die Salpetersäure zeigt, unentbehrlich. Es ist z. B. bekannt, dafs verdünnte Salpetersäure, aus concentrirter farbenloser Säure gebildet, für mehrere Metalle ein weit schlechteres Auflösungsmittel ist, als die durch Verdünnung von rauchendem Salpetergeist erhaltene Säure. Wäre die rauchende Salpetersäure nichts als eine Auflösung von Salpetergas in Salpetersäure, so würde sich nicht begreifen lassen, wie das Salpetergas hier so wirksam seyn könnte, da es von den aufzulösenden Körpern nicht zerlegt wird. Wenn wir dagegen wissen, dafs salpetrige Säure eine Säure eigner Art ist, welche sich leichter als die Salpetersäure zerlegen läfst, so hat die gröfsere Wirksamkeit der aus der rauchenden durch Verdünnung gebildeten Säure für uns nichts Räthselhaftes.

---

hin, wobei das Insekt wahrscheinlich durch innere Kraft mitwirkt. Der Faden wurde auf diese Art wenigstens 30 Fuss lang; endlich erreichte er eine Mauer, an die er sich fest klebte, und sogleich lief die Spinne auf dieser Art von Seil nach der Mauer. Ich habe diese Versuche häufig wiederholt, und empfehle sie Freunden der Naturgeschichte.

Die Natur scheint diesen kleinen Thieren das Vermögen gegeben zu haben, nach Willkühr einen oder mehrere klebrige Fäden zugleich zu spinnen, und einen solchen Faden nach Belieben verlängern zu können, wodurch sie ein Mittel haben, sich in bedeutende Entfernungen zu versetzen. Wahrscheinlich lehrt es sie der Instinct, wenn der Wind günstig ist um einen Gegenstand, nach dem sie hin wollen, mit ihren Fäden zu erreichen. Diese sonderbare Eigenschaft kömmt nur dieser Art von Spinnen zu; ich habe sie bei keiner andern bemerkt. Die gröfsten Spinnen spinnen die dicksten Fäden, und sind daher zur Beobachtung die besten; die kleinen haben aber dasselbe Vermögen. Wie die Fäden sich sogleich trennen, wenn sie aus dem Körper der Spinne kommen, und wie diese es anfängt, einen einfachen oder mehrfachen Faden nach Willkühr zu spinnen, weiss ich mir nicht zu erklären.

Keine der in England einheimischen Spinnen ist giftig. Sie tödten die kleinen Thiere, indem sie sie mit ihrem starken Fresswerkzeuge angreifen, und ihnen das Blut aussaugen.

4. *Die Spinnen als Wetterverkündiger, Bemerkungen von C. von Oeynhausen* *).

Alles, was Quatremere d'Isjonval über die Spinnen gesagt hat, fand der Verf. vollkommen bestätigt. Eine Hauptsache ist, dass man die Spinnen nicht füttert, und überhaupt ihnen nicht merken läst, dass man sie beobachtet; es versteht sich, dass sie sonst auf keine Weise gestört werden dürfen. Je weiter alsdenn die Spinne vorn im Netze sitzt und je weiter sie ihre Vorderbeine heraus streckt, desto länger kann man auf gutes Wetter rechnen. Je weiter sie sich aber mit umgekehrtem Leibe hinten ins Loch verkriecht, desto anhaltend schlechter wird das Wetter. Die grossen oder alten Spinnen zeigen das Wetter weit genauer als die jungen an. Wegen vorfallender Zufälligkeiten aber ist es nöthig, mehrere zu beobachten. Die Frühstunden sind dazu die tauglichsten. Wenn man um 10 Uhr die Spinne im Mittelpunkte ihres Netzes antrifft und sie dasselbe mit ihren Füssen rüttelt, so ist einer der schönsten Tage zu erwarten.

5. *Der fliegende Sommer.*

Hr. M. Strak, Lehrer, damals an dem Pädagogio zu Halle, jetzt am Gymnasium zu Wertheim, hat durch seine Beobachtungen der kleinen schwarzen Spinne, *Aranea obtextrix*, welche er in der Naturforschenden Gesellschaft zu Halle vorgelesen, die Streitfrage über die Entstehung des fliegenden

*) Allg. Litt. Zeit. 1811. S. 759.

Sommers genügend entschieden. Er sammelte von dieser Spinnenart, welche kaum die Gröſse eines Stecknadelknopfs hat, eine Menge in ein Zuckerglas, in das er ein Stück Rasen gelegt hatte. Sie fingen sogleich an zu arbeiten, und in wenig Stunden war das Glas nach allen Richtungen mit weiſsen Fäden durchzogen. Als der Rasen im Glase anfing trocken zu werden, und er ihn bespritzte, kamen die Spinnen eilig herbei, und sogen die an den Fäden hängenden Tropfen mit sichtbarer Gierigkeit ein. So auch Milch. Andere, welche trokken eingesperrt blieben, starben nach 14 Tagen.

6. *Bemerkungen über die Blutigel, von Peek* *).

Will man Blutigel aufbewahren, so darf ma ihrer nur wenige in eine Acht-Unzen-Flasche thun, und muſs man diese nur zu ⅔ mit Quellwasser anfüllen, und den Boden mit weiſsem Sande oder mit Moos bedecken. Sie haben keine andere Ausleerung, als durch Transpiration, und die Materie, welche sie ausschwitzen, setzt sich an ihrem Körper in Gestalt einer Haut fest; diese würde daher sehr bald ihre Poren verstopfen und sie tödten, gäbe man nicht dem Thiere Sand oder Moos, an dem es sich von dieser Haut befreien kann, welche man dann im Wasser umher schwimmen sieht. Der Hals der Flasche muſs mit Blase überbunden werden, in die man mit einer Nadel Löcher sticht. Quellwasser ist den Blutigeln das zuträglichste; alle Wochen müssen sie frisches bekommen, das aber

*) Philos. Magaz. 1809.

nicht viel kälter seyn darf, als das Wasser, worin sie sich in der Flasche befinden. Eine mittlere Temperatur ist ihnen am angemessensten.

Liegen die Blutigel am Boden des Glases ausgestreckt oder gewunden ohne Bewegung, so zeigt das im Sommer helles und schönes Wetter, und im Winter trockne Kälte an.

Halten sie sich im obern Theile des Wassers auf, so regnet oder schneit es in den nächsten 24 Stunden.

Bewegen sie sich mit Schnelligkeit, so verkündet das Wind, und selten kommen sie dann eher zur Ruhe, bis der Wind sehr stark geworden ist.

Hält sich der Blutigel lange ausser dem Wasser auf, und bemerkt man an ihm heftige und zuckende Bewegungen, welche beweisen, dass er stark leidet, so ist ein Gewitter im Anzuge.

Will man einen Blutigel an einer Stelle der Haut sich ansaugen lassen, so muss man diese mit Seifenwasser ganz rein waschen. Ist die Haut mit Salben oder Pflastern beschmiert, so beisst der Blutigel nicht an, oder wenn er es thut, so stirbt er. Stehn Haare an einer solchen Stelle, so muss man sie mit einem Rasirmesser dicht an der Haut abscheren, damit sie das Thier nicht beschweren. Man legt dann den Menschen so horizontal als möglich, thut so viel Blutigel, als zugleich saugen sollen, in ein Glas, bringt den Rand desselben an die bestimmte Stelle, und neigt es ein wenig. Das Glas hält sie während des Saugens, und sichert sie vor

dem Herabfallen. Haben ſie genug geſogen, ſo braucht man nur ein wenig Salz vor ihr Maul zu bringen; ſogleich fallen ſie ab, in das Glas zurück. Wenige groſse Blutigel wirken beſſer als viele kleine.

Man legt jeden Blutigel, der ſich voll Blut geſogen hat, einzeln auf einen Teller, und ſtreut auf das Maul deſſelben ſo viel fein geriebnes Küchenſalz, als man zwiſchen zwei Fingern faſst. Nachdem er etwas in Betäubung gelegen hat, bricht er einen Theil des eingeſognen Blutes fort. Man wiederholt dieſes Verfahren ſo oft, bis er alles Blut von ſich gegeben hat, muſs dabei aber darauf ſehen, daſs das Salz mit keinem andern Theile als blos mit dem Maule in Berührung kömmt; denn es greift die Haut des Thieres an, und kann es tödten. Man kann dann den Blutigel in ein Gefäſs mit Waſſer thun; hat er keinen Schaden genommen, ſo bewegt er ſich in dem Waſſer lebhaft und ſcheint ſehr munter zu ſeyn; iſt er aber krank, ſo ſinkt er zu Boden, und dann muſs man ihn in einer Flaſche mit Waſſer allein aufheben, bis er wieder munter wird.

Dieſe Bemerkungen ſind Reſultate von vieljährigen Beobachtungen, und nicht ohne Werth, da die Blutigel nützlicher ſind, als man gewöhnlich glaubt, ganz beſonders in der gefährlichen Kinderkrankheit, die unter dem Namen Croup bekannt iſt. Daſs Blutigel, kurz nachdem ſie Blut geſogen haben, nicht als Wetteranzeiger dienen können, brauche ich kaum zu erinnern. Sie ſind dann häufig krank, und verbergen ſich ganze Tage lang im Sande.

7. *Zwei Vorfälle im Ganges mit einem Krokodil und einem Hayfische* *).

Kedgerie, 24. Juni 1804. Am Dienstag Abend sprang ein grosses Krokodil (Alligator) der Quere nach über eins der Wachtboote fort, die hier ihre Station haben, erschnappte einen Mann, der in dem Boote stand, beim Bauche, und zerbiss ihn in zwei Stücke; zwei andere Menschen wurden schwer verwundet. Keiner will mehr in den Wachtbooten bleiben.

Im Mai 1804 wurde einem Hindus, der sich zugleich mit vielen andern Männern und Weibern in dem Ganges unweit Calcutta badete, das Fleisch von dem Schenkel bis auf den Knochen und das Knie herab abgerissen. Das Geschrei des Unglücklichen und der schreckliche Anblick seiner Wunde brachte alles zur schleunigsten Flucht. Man hielt anfangs einen Alligator für den Urheber der Gräuelthat, aber bald zeigte sich ein grosser Fisch, der, nach dem Schwanze und den Flossfedern zu urtheilen, ein Mango, das heisst, ein Hayfisch war. Die Polizei setzte sogleich eine Belohnung für den aus, welcher diesen gefährlichen Feind einfangen würde, und versprach alle Netze zu bezahlen, die er zerreissen würde. Mehrere Fischer machten sich an die Arbeit, und verfolgten den Fisch so unablässig und mit solcher Geschicklichkeit, dass sie ihn endlich nicht weit von dem Orte, wo er den Hindus verwundet hatte, einfingen. In seiner Wuth hatte

*) *Asiatic annual register for* 1805.

er zwei ihrer allerstärksten Netze zerrissen; endlich aber erschöpfte sich seine Kraft, und aus dem dritten konnte er sich nicht mehr befreien. Der Fisch war 6 Fuss lang und hatte bei den Flossen einen Umfang von 36 Zoll. Sein weiter Rachen konnte eine noch grössere Beute als einen Hindus-Schenkel verschlingen, und war voll spitzer dichtstehender Zähne. Der unglückliche Hindus, den das Ungeheuer halb verschlungen hatte, starb nach wenig Zeit.

8. *Wanderungszeit einiger Schwalbenarten um London, von Th. Forster, Esq.* *)

Ich habe seit einigen Jahren zu *Clapton* genau die Zeit des ersten und des letzten Erscheinens einiger der Schwalbenarten, welche England besuchen, bemerkt und aufgeschrieben, und theile sie hier mit, da ich glaube, dass sie die Naturforscher interessiren werde.

Erstes Erscheinen	Hirundo rustica	Hirundo urbica	Hirundo apus	Jynx
1806	2. April	26. April	—	1. Mai
1807	1. Mai	1. Mai	16. Mai	30. April
1808	18. April	1. Mai	14. Mai	1. Mai
1809	28. April	5. Mai	—	—
1810	21. April	21. April	19. Mai	21. April
Letztes Erscheinen				
1808	17. Oct.	18. Oct.	14. Aug.	—
1809	8. Oct.	16. Oct.	13. Aug.	—

*) *Journal of natur. philos.* 1810.

VII.

Eine neue Gasart

und Beantwortung des letzten Auffatzes des Hrn. Murray über das oxygenirt-falzfaure Gas.

Von

John Davy.

Der Lefer diefer Annalen wird fich aus St. 9., 1811., S. 84 erinnern, dafs Hr. Murray in Edinburg in dem Februarhefte 1811. der phyfik. Zeitfchrift Nicholfon's die neue Lehre Humphry Davy's von der *Chlorine* zu widerlegen, und durch Schlüffe und Verfuche darzuthun gefucht hat, das *oxygenirt-falzfaure Gas* fey eine Verbindung von Sauerftoff mit einer unbekannten Bafis, die man Salzfäure nenne, und das *falzfaure Gas* eine Verbindung eben diefer Bafis mit Waffer, — der gewöhnlichen Hypothefe entfprechend. Die eben dafelbft angekündigte Beantwortung diefes Auffatzes durch John Davy, (den jüngern Bruder) erfchien bald darauf. Herr Murray fetzte ihr einen zweiten Auffatz in Nicholfon's *journal* Juni 1811. entgegen, worauf eine Replik von John Davy in dem Septemberftück und in der *Bibl. britann.* Oct. 1811. erfchienen ift. Diefe Replik giebt eine kurze Ueberficht der frühern Streitfchriften, und erhält durch das Bekanntmachen einer neuen Gasart, durch die der Streit entfchieden wird, ein ganz befonderes Intereffe. Ich theile fie daher dem Lefer hier in einer freien Ueberfetzung mit.

Gilbert.

London, d. 9. Aug. 1811.

— — Hr. Murray hat durch die Erſcheinungen, welche entſtehen, wenn *oxygenirt-ſalzſaures Gas* und *gasförmiges Kohlenſtoff-Oxyd* auf einander einwirken, den Beweis vor ungefähr einem halben Jahre zu führen verſucht, daſs in dem erſtern Gas Sauerſtoff vorhanden ſey. Sind beide Gasarten gehörig getrocknet, ſo ſollen ſie, nach ihm, wenn ſie mit einander gemiſcht dem Sonnenlichte ausgeſetzt werden, ſich nicht verändern, wohl aber ſoll, wenn ihnen noch *Waſſerſtoffgas* zugeſetzt wird, dieſes geſchehen, und dabei *kohlenſaures Gas* gebildet werden. — Eben ſo ſoll nach ihm oxygenirt-ſalzſaures Gas, wenn es in hinreichender Menge dem *Schwefel-Waſſerſtoffgas* zugeſetzt wird, dem Schwefel Sauerſtoff abtreten, und ihn in *ſchweflige Säure* oder ſelbſt in *Schwefelſäure* verwandeln können. — Er ſah ſich indeſs gezwungen, um dieſe Veränderungen, welche er der Gegenwart des *Waſſerſtoffs* zuſchreibt, zu erklären, gegen alle Analogie anzunehmen, das ſalzſaure Gas ſey eine Verbindung nicht nach feſten, ſondern nach unbeſtimmten Miſchungs-Verhältniſſen, in welchen allen es die Eigenſchaft des gewöhnlichen ſalzſauren Gas beſitze, mit dem man bis jetzt allein Verſuche angeſtellt habe.

Hier im kurzen die Thatſachen, welche ich dieſer Vertheidigung der gewöhnlichen Hypotheſe entgegen zu ſetzen verſucht habe.

Zuerſt that ich dar, daſs wenn das *oxygenirt-ſalzſaure Gas* und das *Schwefel-Waſſerſtoffgas*

beide gehörig getrocknet ſind, in ihrer Einwirkung auf einander nichts als *ſalzſaures Gas* und Thomſon's *ſchwefelhaltige Flüſſigkeit* entſtehn, und daſs Hr. Murray Schwefelſäure bloſs deshalb erhielt, weil er das Waſſer nicht ausgeſchloſſen hatte.

Darauf entdeckte mein Bruder Humphry Davy eine *neue Gasart*, welche bei demſelben Verfahren entſteht, durch das Hr. Thomſon kohlenſaures Gas erhalten zu haben behauptet; dieſes Gas hatte, ſagt er, die Eigenſchaft, das *gasförmige Kohlenſtoff-Oxyd* in *Kohlenſäure* zu verwandeln, weil es eine Verbindung von oxygenirt-ſalzſaurem Gas mit Sauerſtoff war *).

Endlich ſchien es mir, daſs wenn man bedenke, wie ſchwierig es ſey, alle Feuchtigkeit bei dieſen Verſuchen gänzlich auszuſchlieſsen, man keinesweges berechtigt ſey anzunehmen, daſs das oxygenirt-ſalzſaure Gas das gasförmige Kohlenſtoff-Oxyd beim Detoniren beider mit Waſſerſtoffgas in kohlenſaures Gas verwandle. Denn als ſo z. B. 10 Maas gasförmiges Kohlenſtoff-Oxyd mit oxygenirt-ſalzſaurem Gas und mit Waſſerſtoffgas vermiſcht und durch den elektriſchen Funken entzündet wurden, verſchwanden in der Mengung nur 2 Maas, und blieben 8 Maas reines gasförmiges Kohlenſtoff-Oxyd zurück. Bedenkt man, daſs die ganze Menge aller drei Gasarten, womit operirt wurde, in dieſem Fall nur ¼ Kubikzoll betrug, und daſs ¼ Grain Waſſer Sauerſtoff genug enthält, um unge-

*) Humphry Davy's *Euchlorine*, vergl. *Annal.* St. 9. 1811. od. B. 8. S. 90. *Gilbert.*

fähr 4 Kub. Zoll gasförmiges Kohlenſtoff-Oxyd in kohlenſaures Gas verwandeln zu können, ſo wird man dieſes Reſultat ſehr genügend finden.

Hr. Murray iſt anderer Meinung. Er ſieht in ſeinem letzten Aufſatze (in dem Junihefte des Nicholſon'ſchen Journals 1811) das Verſchwinden von 2 Maas gasförmigem Kohlenſtoff-Oxyde als einen Beweis an, daſs das oxygenirt-ſalzſaure Gas eine Verbindung einer unbekannten Baſis mit Sauerſtoff ſey, giebt das Detail eines Verſuchs mit den drei gemiſchten Gasarten, bei dem er ſich reines oxygenirt-ſalzſauren Gas bedient hat, und ſchlieſst daraus, die Erzeugung von kohlenſaurem Gas in dieſem Verſuche ſey nunmehr auſser allen Zweifel geſetzt.

Folgendes iſt das Detail des Verſuchs, u. Hrn. Murray's Beweis, daſs darin kohlenſaures Gas entſteht: Er ſetzte ein Gemiſch von 1 Maas *gasförmigem Kohlenſtoff-Oxyd*, 1 Maas *Waſſerſtoffgas* und 2 Maas *oxygenirt-ſalzſaurem Gas* dem Sonnenlichte aus. Nach 36 Stunden lieſs er Ammoniakgas zuſteigen, um die Sättigung zu vollenden; und da er fand, daſs der gröſste Theil des gasförmigen Kohlenſtoff-Oxyds verſchwunden war, und daſs ein Theil der entſtandnen Ammoniak-Salze die Eigenſchaft hatte, mit verdünnter Salpeterſäure aufzubrauſen, ſo zog er daraus ſogleich den Schluſs: „das Entſtehen von Kohlenſäure in dieſem Verſuch ſey entſcheidend dargethan, und laſſe nicht mehr den geringſten Zweifel zu."

Allein ich kann nunmehr das Vorhandenſeyn einer *neuen Gasart* ankündigen, welche in Hrn.

Murray's Verſuche wirkte, ohne daſs er ſie wahrnahm, und welche die Erſcheinungen hervorbrachte, die er mit Unrecht einer Bildung von kohlenſaurem Gas zuſchreiben will.

Ich hatte ſeinen hier beſchriebenen Verſuch wiederholt, und konnte, nachdem das Ammoniak zugeſetzt war, keine Spur von gasförmigem Kohlenſtoff-Oxyd in dem Gasrückſtande finden; das entſtandne Ammoniakalſalz brauſte, wie er es angiebt, mit verdünnter Salpeterſäure. Dieſes veranlaſste mich, ſeinen Verſuch mit oxygenirt-ſalzſaurem Gas und gasförmigem Kohlenſtoff-Oxyd, ohne Zuſatz von Waſſerſtoffgas, zu wiederholen; und beide gaben, gemiſcht und dem Sonnenlichte ausgeſetzt, daſſelbe Reſultat, d. h. eine vollkommne Condenſirung durch Ammoniak, ohne daſs die kleinſte Spur von gasförmigem Kohlenſtoff-Oxyde zurückblieb. Dadurch war alſo dargethan, daſs das oxygenirt-ſalzſaure Gas wirklich auf das gasförmige Kohlenſtoff-Oxyd einwirkt, welches Herr Murray geläugnet hatte.

Ich ſuchte nun die *Natur des Gas*, welches durch dieſe Verbindung entſteht, genauer kennen zu lernen, und bei dieſen meinen Verſuchen war Hr. Brande gegenwärtig.

Der atmoſphäriſchen Luft zugeſetzt, trübt es dieſe nicht. Es hat einen erſtickenden und unerträglichen Geruch; iſt farbenlos; wirkt nicht auf das Queckſilber, und wird vom Waſſer ſehr langſam eingeſogen.

Wir schlossen aus diesen Eigenschaften sogleich, daſs es eine eigenthümliche und neue *Verbindung von Kohlenstoff-Oxyd mit oxygenirt-salzsaurem Gas* sey; und diese Meinung hat sich bei der genauern Untersuchung des Gas vollkommen bestätigt gefunden. Ich werde das Detail meiner Versuche in kurzem der königl. Societät mittheilen, und begnüge mich, hier nur die allerausgezeichnetsten Eigenschaften dieser neuen Verbindung bekannt zu machen.

Dieses Gas entsteht in 2 oder 3 Minuten, wenn man gleiche Volumina gasförmiges Kohlenstoff-Oxyd und oxygenirt-salzsaures Gas in einer Röhre über trocknes Quecksilber zusammenbringt, und in das Sonnenlicht, oder auch nur in das Tageslicht setzt. Beide verdichten sich miteinander, und dabei vermindert sich ihr voriges Volumen genau auf die Hälfte. Dieses neue Gas ist daher unter allen bekannten das dichteste, das einzige fluſssaure Gas ausgenommen.

Es hat die Eigenschaften einer Säure in einem ausgezeichneten Grade; röthet die Lackmustinktur; verbindet sich mit dem Ammoniak, und hat eine so groſse Sättigungs-Capacität, daſs es fast das 4fache seines eignen Volums an Ammoniakgas condensirt, und damit ein vollkommen neutrales, zerflieſsbares und im Wasser sehr auflösliches Salz bildet. Zu dem trocknen Ammoniak hat es eine so starke Verwandtschaft, daſs es das kohlensaure Ammoniak zersetzt, und daſs die Essigsäure das Ammoniak demselben nicht zu entziehn vermag.

Herr Murray ist dadurch getäuscht worden, dass verdünnte Salpetersäure dieses Ammoniaksalz mit Aufbrausen zersetzt. Es wird nämlich hierbei das Wasser zersetzt, indem die oxygenirte Salzsäure des Gas sich des Wasserstoffs bemächtigt, um sich damit in gewöhnliche Salzsäure zu verwandeln, und das Kohlenstoff-Oxyd sich mit dem Sauerstoff des Wassers zu Kohlensäure verbindet, die in Gasgestalt entweicht. Dieses muss jedem einleuchten, wenn man bedenkt, dass das neue Gas, wenn es einzeln mit Sauerstoffgas oder mit Wasserstoffgas vermengt wird, durch den elektrischen Funken sich nicht entzünden lässt, dagegen heftig detonirt, wenn man es einem in gehörigem Verhältniss gemachten Gemisch von Sauerstoffgas und Wasserstoffgas zusetzt *), und dass es dann salzsaures Gas und kohlensaures Gas und nichts weiter hervorbringt.

Die Wirkung verschiedner Metalle und ihrer Oxyde auf dieses Gas beweist ebenfalls, dass es eine Verbindung aus gleichen Voluminibus gasförmiges Kohlenstoff-Oxyd und oxygenirt-salzsaures Gas ist, die bis auf die Hälfte ihres Volumens sich verdichtet haben. Wenn man so z. B. *Zinn, Zink* oder *Spiessglanz* in diesem Gas in kleinen Glasröhren über Quecksilber erhitzt, so wird das Gas schnell zersetzt, und in allen diesen Fällen erscheint gasförmiges Kohlenstoff-Oxyd, welches genau dasselbe Volumen hat, als das zersetzte Gas, und es bleibt als

*) D. h. unstreitig in dem Verhältniss von 1 Maass Sauerstoffgas auf 2 Maass Wasserstoffgas, in welchem sie sich mit einander zu Wasser verbinden. *Gilbert.*

Rückstand eine Verbindung des angewendeten Metalls mit oxygenirter Salzsäure, welche genau der gleich ist, die man durch Verbrennen desselben Metalls in reinem oxygenirt-salzsaurem Gas erhält.

Dieselbe Zersetzung läſst sich auch mit *Zinkoxyd* und mit *Spieſsglanzoxyd* bewirken. In beiden Fällen erhält man kohlensaures Gas, und im erstern eine Verbindung von Zink und oxygenirt-salzsaurem Gas, im letztern, wenn man das schmelzbare Oxyd im Minimo genommen hat, Spieſsglanzbutter und unschmelzbares Spieſsglanzoxyd im Maximo; ein Beweis, daſs auch im ersten Fall das Zinkoxyd den zur Bildung der Kohlensäure nöthigen Sauerstoff hergiebt, und nicht das oxygenirt-salzsaure Gas.

Dieses sind einige der Hauptumstände, unter welchen sich das neue Gas bildet. Da es die Lakmustinktur röthet und die Ammoniak-Salze zersetzt, muſs man es als aus zwei acidifirenden Principien, die an Eine brennbare Basis gebunden sind, bestehend betrachten *).

Hr. Murray wird, wenn er diese Thatsachen bedenkt, nicht mehr behaupten wollen, „daſs die „Erzeugung der Kohlensäure in seinem Versuche „keinem Zweifel unterworfen sey," vielmehr zugeben, daſs das, was er für kohlensaures Gas hielt, nichts anders war, als die hier beschriebene neue Gasart. Wir sehn hier ein Beispiel, welchen Nachtheil es hat, für irgend eine Hypothese allzusehr eingenommen zu seyn, und daſs Baco sehr mit

*) Nämlich aus Sauerstoff und Chlorine an Kohlenstoff gebunden. *Gilbert.*

Recht gesagt hat: *Quod mavult homo esse verum id facile credit.*

Ich habe in meinem vorigen Aufsatze bemerkt, dass beim Detoniren einer Mengung von *Kohlen-Wasserstoffgas* und oxygenirt-salzsaurem Gas kein kohlensaures Gas entsteht, und dieses dem Umstande zugeschrieben, dass Kohlenstoff in Substanz niedergeschlagen wird. Ich habe denselben Versuch mit *öhlerzeugendem Gas* und mit *Kohlen-Wasserstoffgas* gemacht, welches man durch Zersetzung von essigsaurem Kali durch Hitze erhält. Hr. Murray sagt, er habe diesen Versuch, bei dem ich gleichfalls irregeführt worden sey, wiederholt. Allein er nahm dazu das durch Destillation aus nassen Kohlen entbundene Gas, und man muss sich verwundern, wie es ihm unbekannt geblieben ist, dass der Dr. Henry dargethan hat, dass dieses Gas eine Mengung von Kohlen-Wasserstoffgas und gasförmigem Kohlenstoff-Oxyde ist *); daher zu erwarten war, dass es beim wiederholten Durchsteigen mit oxygenirt-salzsaurem Gas durch Kalkwasser, Kohlensäure bilden würde, wie er es gefunden hat, und wie man es immer findet, wenn man auf die nämliche Weise eine Mengung reines gasförmiges Kohlenstoff-Oxyd und oxygenirt-salzsaures Gas behandelt.

*) Die Abhandlung des Dr. Henry, welche hier gemeint ist, wird in einem der folgenden Hefte dieser Annalen erscheinen. Uebrigens ist, was hier Kohlen-Wasserstoffgas genannt wird, nicht das wahre, sondern Sauerstoff haltendes Kohlen-Wasserstoffgas. *Gilbert.*

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1812, DRITTES STÜCK.

I.

Die Blausäure, die flüchtigste aller Flüssigkeiten, und Verdunstungskälte, welche sie erregt;

von

Gay-Lussac, Mitgl. d. Inst.

(Vorgelesen im Instit. am 4. Febr. 1811.)

Seit der Entdeckung der Blausäure durch Scheele, und seit den Arbeiten Berthollet's und Clouet's über sie, haben wir nichts von Belang über die Natur dieser Säure erhalten. Zwar ist sie nicht blos zersetzt, sondern auch durch Uebertreiben von Ammoniakgas über glühende Kohlen wieder zusammengesetzt worden; bis jetzt hatte man sie aber noch nicht völlig rein dargestellt, und es war unbekannt, in welchem Zustande sie sich dann befindet. Ich habe mich bemüht, dieses auszumitteln, und werde hier den Beweis führen, dass die Blausäure *keine* permanent-elastische Flüssigkeit ist, wohl aber im tropfbaren Zustande selbst den

Schwefel-Aether an Flüchtigkeit übertrifft. Sie siedet nämlich [unter dem gewöhnlichen Luftdrucke] schon bei einer Wärme von 26°,5 der Centesimalskale (21°,2 R.); und in Temperaturen von 20 bis 26° C. dilatirt sie die Luft oder die Gasarten, mit denen sie in Berührung ist, so bedeutend, dass sie ihnen ihre Eigenschaften mittheilt, so dass es dann scheint, man habe es mit der Blausäure in einem permanent-elastischen Zustande zu thun.

Ich wünschte zum Behuf andrer Untersuchungen zu wissen, ob sich die Blausäure in dem Zustande eines Gas erhalten lässt, und versuchte zu dem Ende blausaures Quecksilber durch Salzsäure zu zersetzen, wie das Hrer Proust gelehrt hat. Nachdem die Luft der Gefässe übergegangen war, verbreitete sich ein heftiger Geruch nach Blausäure, und nun fing ich das Gas, welches sich entband, in Glocken über Quecksilber auf. Ich erhielt auf diese Art mehrere Glocken voll einer brennbaren und stark riechenden elastischen Flüssigkeit, welche Blausäure in Gasgestalt zu seyn schien. Beim Fortgange der Operation bemerkte ich aber, dass Tropfen einer Flüssigkeit eigner Art durch das Quecksilber in den Glocken anschwammen, und, sobald sie die Oberfläche des Quecksilbers erreicht hatten, den Gaszustand annahmen, und das Quecksilber bedeutend sinken machten. Die Temperatur war damals 20° C. Am andern Tage, als die Temper. nur 12° C. war, hatte sich das Gasvolumen sehr vermindert, und es erschien tropfbare Flüssigkeit selbst in Glocken.

in denen ſie zuvor nicht geweſen war. Dieſes lieſs mich nicht mehr daran zweifeln, daſs die Blauſäure eine ſehr flüchtige tropfbare Flüſſigkeit iſt, und es glückte mir endlich, ſie als ſolche wirklich zu erhalten, nach manchen fruchtloſen Verſuchen, die ich hier übergehe; und zwar auf folgende Weiſe:

Ich that blauſaures Queckſilber in eine Tubulat-Retorte, kittete an den Hals derſelben eine gekrümmte Röhre, deren längerer Schenkel in eine kleine tubulirte Mittelflaſche herabging, welche Kreide und ſalzſauren Kalk enthielt, um Salzſäure und Waſſer, die übergehn würden, zurück zu halten; verband dieſe Flaſche durch eine gekrümmte Röhre mit einer zweiten Mittelflaſche voll ſalzſauren Kalk, und dieſe mit einer dritten Flaſche mit eingeriebnem Stöpſel, welche beſtimmt war, die Blauſäure in ſich aufzunehmen. Alle drei Flaſchen wurden mit einer Froſtmiſchung aus 2 Theilen Eis und 1 Theil Salz umgeben. Als der Apparat eingerichtet war, goſs ich ſchwach rauchende Salzſäure in die Retorte und gab mäſsige Wärme. Das blauſaure Kali löſte ſich bald auf, und die Flüſſigkeit ſchien zu kochen. In der That ſtiegen aus ihr Dämpfe auf, welche ſich zum Theil aber ſchon in dem Halſe der Retorte verdichteten und Streifen gleich dem Alkohol bildeten. Sobald Waſſer überzugehn anfing, unterbrach ich die Operation. Zwar läſst ſich auch dann noch Blauſäure überdeſtilliren, doch iſt es beſſer, das erſte Product allein zu behalten und dann den Proceſs fortzuſetzen.

Gewöhnlich condensirt sich alle Blausäure in der ersten Mittelflasche. Ist kein Wasser übergegangen, so behält der salzsaure Kalk, der in ihr befindlich war, die feste Gestalt. Hat sich dagegen Wasser mit eingefunden, so erhält man zwei sehr verschiedne Flüssigkeiten über einander stehend; nämlich zu unterst eine Auflösung von salzsaurem Kalk in Wasser, und darüber Blausäure, welche in der ersten Flasche gemeiniglich etwas farbig erscheint. Will man sie rectificiren, so braucht man nur, sobald man mit dem Uebertreiben aufhört, aus der ersten Mittelflasche die Röhre herauszuziehn, welche sie mit der Retorte in Verbindung setzt, den Tubulus genau zuzupfropfen, und nachdem man die Frostmischung von der ersten Flasche weggenommen hat, diese Flasche ein klein wenig, entweder in einem Wasserbade oder mittelst glühender Kohlen, doch nicht über 30 bis 35° C., zu erhitzen. Die Blausäure wird aus ihr in dieser Wärme in die zweite Flasche übergetrieben. Ist diese Destillation geendigt, so nimmt man die erste Flasche weg, läfst die Blausäure mit dem salzsauren Kalk der zweiten Flasche einige Stunden lang in Berührung, und treibt dann die Blausäure mittelst wenig Wärme in die dritte Flasche über. Ist dieses geschehen, so ist die Rectification vollendet.

Die auf diese Art dargestellte Blausäure ist eine farbenlose und klare Flüssigkeit, wie Wasser. Ihr Geschmack ist anfangs frisch, wird aber bald

ſcharf und reizend. Auch wenn man ſie mehrmals über Kreide rectificirt hat, röthet ſie noch immer ſchwach das Lackmuspapier, deſſen Blau aber wiedererſcheint, wenn die Säure allmählig verfliegt. Bei 7° C. (5°,6 R.) iſt ihr ſpecif. Gewicht 0,70583. Sie iſt ſehr flüchtig, denn ſie kocht ſchon bei 26°,5 der Centeſimal-Skale [unſtreitig bei dem gewöhnlichen Luftdrucke]; bei 10° C. hält ihr Dampf einer Queckſilberſäule von 0,38 Meter (14 par. Zoll) das Gleichgewicht; und bei 20° C. Wärme verfünffacht ſie das Volumen der Luft, oder der Gasarten, mit denen ſie in Berührung geſetzt wird *). Will man daher nicht ſehr viel von ihr verlieren, ſo darf man ſie nicht in der Luft aus einem Gefäſs in ein anderes gieſsen, und dieſes macht den Gebrauch des Apparats, den ich beſchrieben habe, nothwendig. Man begreift auch hieraus, woher einige Chemiker zu der Behauptung gekommen ſind, die Blauſäure laſſe ſich in dem Zuſtande eines permanent elaſtiſchen Gas erhalten.

Blauſäure, die man der Kälte einer Froſtmiſchung aus 2 Theilen Eis und 1 Theil Salz ausſetzt, kömmt jedesmal zum Gefrieren, und nimmt dabei oft eine regelmäſsige Geſtaltung an; ich habe einigemal Kryſtalle erhalten, welche denen

*) Der reinſte Schwefel-Aether hat nach Hrn. von Sauſſure bei 16° R. Wärme das ſpecif. Gewicht 0,717, und dilatirt die Luft bei 18° R. um das 2,63fache ihres Volums. S. dieſe *Annal.* B. 29. S. 118 f. *Gilbert.*

des fasrigen salpetersauren Ammoniaks glichen. Bei — 15° C. (— 12° R.) blieben sie fest, in höheren Temperaturen wurden sie wieder flüssig.

Auf der grossen Flüchtigkeit dieser Säure und auf ihrer Eigenschaft, bei — 15° C. zu gefrieren, beruht eine sehr auffallende Erscheinung. Ein Tropfen Blausäure, der an dem Ende einer Glasröhre hängt, oder den man noch besser auf ein Stückchen Papier bringt, gefriert im Augenblicke. Dieses ist, so viel ich weiss, das einzige Beispiel seiner Art, dass eine Flüssigkeit vermöge der durch ihre eigne Verdunstung erregten Kälte gefriert; denn unter den übrigen sehr flüchtigen Flüssigkeiten gefriert keine in einer Temperatur, die der des Eispunkts so nahe ist.

Ich habe die chemischen Eigenschaften der so bereiteten Blausäure studirt, und werde die vornehmsten derselben in einer besondern Abhandlung bekannt machen.

II.

Dritte Fortsetzung des Versuchs, *die bestimmten und einfachen Verhältnisse aufzufinden, nach welchen die Bestandtheile der unorganischen Natur mit einander verbunden sind,*

von

Jacob Berzelius,

Prof. der Medic. u. Pharm. und Mitgl. der Königl. Akad. der Wiss. zu Stockholm.

Die Gesetze der Verbindungen des Wassers, und der Bildung der basischen Salze und der Doppelsalze enthaltend; sammt den Resultaten der ganzen Untersuchung *).

Ich habe in meiner Abhandlung und in den beiden Fortsetzungen derselben die Meinung geäusert, das *Wasser* vertrete in den Säuren die Stelle der Basen und in den Basen die Stelle der Säuren; auch habe

*) Ein zugleich mit der zweiten Fortsetzung von dem Herrn Verfasser mir zur Bekanntmachung anvertrauter, von ihm deutsch geschriebener Original-Aufsatz, der sich gleichfalls unmittelbar an die Erste Fortsetzung, *Annal.* J. 1811. St. 6. od. N. F. B. 8. S. 161., anschliesst, und durch das hohe Interesse der darin verhandelten Materien vorzügliche Aufmerksamkeit zu verdienen scheint. Vergl. *Ann. N. F.* B. 6. S. 176. und oben S. 175. Anm. *G.*

ich als Vermuthung, zu der mich das von mir aufgefundene Gesetz der Bildung der unorganischen Körper berechtige, den Satz aufgestellt, daſs die Salze des *Krystallwassers* stets so viel enthalten, daſs der Sauerstoff desselben entweder ein *Multiplum* oder ein *Submultiplum*, nach einer ganzen Zahl, von dem in der Basis des Salzes enthaltenen Sauerstoff ausmache *). Ich will mich bemühen, durch die in dieser Abhandlung zu beschreibenden Versuche über diese Materie ein helleres Licht zu verbreiten. Die ausnehmende Schwierigkeit, völlig genau zu beobachten, und die Unmöglichkeit, meine Ideen über die Zusammensetzung des Wasserstoffs schon jetzt entscheidend zu prüfen, sollten mich vielleicht abgehalten haben, mehrere derselben mitzutheilen; zu strenge Forderungen einer nicht zu erreichenden

*) *Annalen* a. a. O. S. 225. Anm. Davy's Versuche hatten mir gedient, darzuthun (*Annal.* B. 37. S. 459.), daſs die gasförmige Salzsäure eine solche Menge Wasser enthält, daſs der Sauerstoff desselben genau hinreicht, die Menge Metall zu oxydiren, welche erforderlich ist, um mit der wasserfreien Salzsäure ein neutrales Salz hervorzubringen; das nämliche hat Hr. Gay-Lussac in seiner vortrefflichen Abhandlung über die Verbindungen der Gasarten unter einander (*Annal.* B. 36. S. 16. f.) von dem Sauerstoffgehalt der Basen in Neutralsalzen bewiesen. Ein anderer Versuch hatte mich belehrt, daſs die Schwefelsäure durch Kochen nur so lange stärker concentrirt werden kann, bis das rückständige Wasser nur noch ein Drittel so viel Sauerstoff als die Schwefelsäure enthält, das heiſst, bis die Menge des Sauerstoffs im Wasser derjenigen gleich ist, welchen eine zur Sättigung der nämlichen Menge Schwefelsäure erforderliche Menge einer Basis enthält. Die Zusammenset-

Vollkommenheit haben uns indefs fchon um manche nützliche Arbeit gebracht, welche von mehreren gepflegt, der Wiffenfchaft von Gewinn gewefen feyn würde.

Ehe ich die Erzählung diefer Verfuche anfange, will ich einige allgemeine Bemerkungen vorausfchicken über einige Gegenftände, die mit ihnen in naher Beziehung ftehen. Und zwar zuerft etwas über die *Unmöglichkeit, einige Säuren für fich darzuftellen.*

Durch die trefflichen Verfuche der HH. Gay-Luffac und Thenard wiffen wir, dafs fich die Salzfäure von den Körpern, mit denen fie verbunden ift, nicht trennen läfst, fo oft es an Waffer fehlt, womit fie fich im Entftehungs-Augenblick verbinden kann. Die Folgerungen find bekannt, welche der berühmte Davy hieraus gezogen hat *).

zung des Waffers hatte ich bei diefen Berechnungen fo angenommen, wie fie mir diejenige von meinen (*Ann.* B. 37. S. 461.) mitgetheilten Analyfen gegeben hatte, welche mit der von Biot und Arago gemachten Wägung der Gasarten übereinftimmte, nämlich in 100 Gewichtstheilen zu 11¾ Th. Wafferftoff und 88¼ Th. Sauerftoff. Herr Gay-Luffac nimmt fie in feiner erwähnten Abhandlung (a. a. O. S. 86.) an zu 13¼ Th. Wafferftoff und 86¾ Th. Sauerftoff, ohne doch ein anderes Gewicht der beiden Gasarten, als das von Biot und Arago gefundene, anzugeben. Man lefe darüber das nach, was ich in der zweiten Fortfetzung meiner Abhandlung, oben S. 175. in einer Anmerkung gefagt habe. *Berzelius.*

*) In feinen Abhandlungen über die Chlorine, welche der Lefer im vorigen Bande diefer *Annalen* S. 1. f. gefunden hat. *Gilbert.*

gestellter Schwefel sich niederschlägt. Wir können also mit Sicherheit annehmen, daſs von den vier nun bekannten Oxydations-Stufen des Schwefels nur eine einzige, die schweflige Säure, für sich darstellbar ist.

Auch die *Salpetersäure* läſst sich nicht ohne Wasser darstellen. Versucht man es, so wird man nichts als Sauerstoffgas und salpetrige Säure erhalten. Kommen aber diese Gasarten über Wasser mit einander in Berührung, so wird die aufgehobene Verwandtschaft zwischen der salpetrigen Säure und dem Sauerstoff wieder wirksam, und es entstehet eine Verbindung von Salpetersäure und Wasser. Die Salpetersäure besteht also nicht für sich, sondern es ist dazu die Gegenwart eines zweiten oxydirten Körpers unentbehrlich. Wäre nun die Salpetersäure keiner niedrigeren, für sich darstellbaren Oxydations-Stufe fähig, und wäre die Verwandtschaft des Sauerstoffs zu ihrem Radicale sehr groſs, so würde, wie man leicht einsieht, es ganz unmöglich seyn, diese Säure mit einer wasserfreien, wenn auch weit kräftigeren, Säure aus einer Verbindung durch Hitze auszutreiben; denn es würden sich in diesem Falle zwei groſse Verwandtschaften gegen die einzige der wasserfreien Säure entgegenstellen, nämlich die Verwandtschaft der Salpetersäure zur Basis der Verbindung und die Verwandtschaft des Sauerstoffs zum Radical der Säure, welche beide aufgehoben werden müſsten, wenn die Trennung vor sich gehn sollte. Nun ist

aber nicht ſelten die Verwandtſchaft eines Radicals zum Sauerſtoff eine unvergleichlich gröſsere Kraft, als die einer Säure zu einer Baſis. Es iſt alſo ſehr natürlich, daſs eine Säure, welche für ſich nicht darſtellbar iſt, und deren Radical eine ſehr groſse Verwandtſchaft zum Sauerſtoff hat, nicht ohne Dazwiſchenkunft von Waſſer, oder von irgend einem andern oxydirten Körper, (welcher die Stelle der Baſis vertritt,) aus ihren Verbindungen getrennt werden kann.

Gerade dieſes iſt mit der *Salzſäure* der Fall, und ſie hat daher die Eigenſchaften, welche den ſcharfſinnigen Davy zu ſeinen gegen unſere jetzigen Begriffe ſtreitenden Ideen von dieſer Säure geführt haben, mit der Schwefelſäure, der Salpeterſäure, und, wie wir unten ſehen werden, noch mit mehreren andern Säuren gemein. Die Verſuche, welche man zur Zerlegung der Salzſäure angeſtellt hat, beweiſen, daſs das Radical dieſer Säure, wenn auch nicht unter allen bekannten Körpern die gröſste, doch auf jeden Fall eine vorzüglich groſse Verwandtſchaft zum Sauerſtoff beſitzt. Wenn wir aber geglühetes ſalzſaures Natron mit geſchmolzener Boraxſäure in der Glühehitze zu zerlegen verſuchen, ſo ſetzen wir die ſchwache Verwandtſchaft zwiſchen der Boraxſäure und dem Alkali der weit ſtärkern Verwandtſchaft der Salzſäure zum Alkali und zugleich der unendlich gröſsern Verwandtſchaft des Radicals der Säure zum Sauerſtoff entgegen.

Daſs hier keine Trennung der Salzſäure von der Baſis möglich iſt, erhellet hieraus aufs deutlichſte.

Wenn ferner der berühmte Davy, in ſeinen Verſuchen über das *oxygenirt-ſalzſaure Gas*, dieſes Gas durch Kohlen, die er eine Stunde lang darin glühend erhielt, zu zerſetzen hoffte, ſo würde dieſes vorausſetzen, daſs die Kohle eine gröſsere Verwandtſchaft zu dem Sauerſtoff als das Radical der Salzſäure beſitze. Denn läſst ſich die Salzſäure für ſich nicht darſtellen, ſo hatte die Kohle in Davys Verſuch nicht die kleine Portion Sauerſtoff, welche die oxygenirte Salzſäure mehr als die gemeine Salzſäure enthält, von dem Radical zu trennen, ſondern die ganze in der Verbindung befindliche Menge von Sauerſtoff abzuſcheiden. Nun hat aber die Kohle eine weit geringere Verwandtſchaft zu dem Sauerſtoff, als das Radical der Salzſäure; dieſer Verſuch kann alſo nicht als ein gültiger Beweis angeſehen werden, daſs die oxygenirte Salzſäure keinen Sauerſtoff enthalte. Ich hoffe, man wird die Richtigkeit des Angeführten deutlich einſehen.

Eine zweite vorläufige Bemerkung betrifft das *Kryſtallwaſſer der Salze:*

Wenn man einen Körper in feſter Form, der Waſſer in ſeiner Miſchung enthält, unterſucht, darf man nicht aus der Acht laſſen, daſs er das Waſſer auf zweierlei Weiſe in ſich ſchlieſsen kann: entweder chemiſch gebunden als einen integrirenden Beſtandtheil, oder in den Zwiſchenräumen einer grö-

ſsern zuſammenhängenden Maſſe nur mechaniſch eingeſchloſſen. Das Innere der Salzkryſtalle iſt kein völliges Continuum, ſondern von ganz kleinen, ungleich geſtalteten Poren unterbrochen, in welchen der Kryſtall eine kleine Menge der Mutterlauge, aus der er angeſchoſſen iſt, einſchlieſst. Dieſes iſt die Urſache, warum regelmäſsige Salzkryſtalle, ungeachtet ſie ihre Entſtehung einer Kraft verdanken, welche ſie aus aller chemiſchen Verbindung mit den in der Auflöſung noch rückſtändigen Körpern ſcheidet, doch immer eine kleine Menge von den fremden Stoffen der Mutterlauge enthalten, man mag die Oberfläche noch ſo wohl abwaſchen. Der rohe Salpeter z. B., welcher aus der erſten Lauge anſchieſst, giebt braungelbe Kryſtalle. Der Salpeter iſt aber weder mit dem farbigen Extractivſtoff, noch mit dem ſalzſauren Alkali, welche man darin antrifft, chemiſch verbunden. Durch ein Vergröſserungsglas ſieht man deutlich, daſs das weiſse Salz eine gelbe Materie in ſeinen Poren einſchlieſst; und das nämliche muſs auch mit den nicht färbenden Unreinigkeiten der Fall ſeyn. Je unreiner die Mutterlauge iſt, je mehr muſs alſo der darin gebildete Anſchuſs mit fremden Körpern beladen ſeyn; und das Reinigen durch wiederholte Kryſtalliſation gründet ſich darauf, daſs das aufs neue anſchieſsende Salz eine mit immer weniger fremden Stoffen beladene Mutterlauge mechaniſch einſchlieſst. Ein groſser Kryſtall umſchlieſst in ſeinen Poren verhältniſsmäſsig mehr Mutterlauge, als ein kleiner, und

je kleiner der Kryſtall iſt, deſto freier iſt er von Mutterlauge. In den Zuckerraffinerien z. B. iſt der Syrup, welchen man, um weiſsen Huthzucker hervorzubringen, unter ſtetem Umrühren in ſehr kleinen Körnern kryſtalliſiren läſst, nicht ſelten mehr gefärbt, als der, von welchem der Zuckerkand unter langſamer Abdunſtung in groſsen gelben oder wohl gelbbraunen Kryſtallen anſchieſst; wovon die Urſache aus dem, was hier geſagt worden, in die Augen fällt. Eben ſo hat man bei der Reinigung des Salpeters zu Feuerwerken ſchon lange die präcipitirte körnige Kryſtalliſation des Salpeters angewendet; auch wiſſen wir durch die Verſuche der HH. Thenard und Roard, daſs Alaun auf die nämliche Weiſe leicht gereinigt werden kann.

Wenn man ein in ſehr kleinen Körnern angeſchoſſenes und gut getrocknetes Salz pulvert, ſo giebt es ſogleich ein ſtaubig trockenes Pulver. Wenn man dagegen das nämliche gut getrocknete, aber in gröſseren Kryſtallen geformte Salz zu pulvern anfängt, ſo erhält man ein feuchtes, etwas zuſammenhängendes Pulver, welches von der eingeſchloſſenen Mutterlauge herrührt, die beim Oeffnen der kleinen Zwiſchenräume herausdringt und das Pulver anfeuchtet. Läſst man dieſes nun trocknen, ſo kann man es zu ſtaubigem Pulver reiben *).

*) Einige Salze beſitzen jedoch im Zuſtande der völligen Trokkenheit die Eigenſchaft, ein etwas zuſammenhängendes Pulver zu geben. *Berzelius.*

Das mechanisch eingeschlossene Wasser geht im Feuer gewöhnlich zugleich mit dem Krystallwasser weg; in denjenigen Salzen aber, welche kein Krystallwasser enthalten, und welche man, ohne sie vorher zu zerkleinern, einer höheren Temperatur aussetzt, verwandelt es sich plötzlich in Dampf, und zersprengt die Krystalle mit heftigem Krachen. Daher kömmt das *Verknistern* einiger Salze. Das von einem Salze durch das Verknistern entfernte Wasser kann also nicht Krystallwasser seyn, weil es eine ungleiche Vertheilung des Wassers im Salze voraussetzt, welche der Idee von einer chemischen Verbindung gerade entgegen ist. Aus dieser Ursache sind auch die Angaben der Chemiker von der Menge sogenannten Krystallwassers in verknisternden Salzen immer so verschieden gewesen; je nachdem sie grössere oder kleinere Krystalle zu ihren Versuchen nahmen, war des entweichenden mechanisch eingemengten Wassers mehr oder weniger.

Die verknisternden Salze enthalten *kein Krystallwasser*, obgleich das Verknistern einen Gehalt an Krystallwasser keinesweges ausschliesst; denn man kann sich eine krystallisirte Verbindung vorstellen, deren Krystallwasser nur in einer sehr hohen Temperatur verjagt werden kann, und wo also das eingeschlossene Wasser weit eher ausgetrieben wird. So weit aber, als unsere jetzige Erfahrung reicht, kommen alle Verbindungen mit Wasser, welche das Wasser sehr stark zurückhalten, bei einer nicht sehr erhöheten Temperatur in Fluss, und

das mechanisch in den Krystallen eingeschlossene Wasser geht durchs Kochen fort.

Ich habe diese Bemerkungen vorausgeschickt, um zu zeigen, wie es nicht selten eine schwierige Sache ist, das Krystallwasser eines Salzes mit völliger Schärfe zu finden. Dieses wird aber mit der Zeit sehr leicht seyn. Denn wenn das Gesetz für den Gehalt der Salze an Krystallwasser einmal ausgemacht ist, so bedarf es dann nur annähernder Versuche, um unter mehreren Möglichkeiten das wahre Verhalten heraus zu finden. Ich glaube in meinen hier zu erzählenden Versuchen dieses Gesetz gefunden und durch hinlängliche Beispiele bewiesen zu haben. In den mehrsten Fällen habe ich zu diesen Versuchen die körnige Krystallisation gewählt, und wenn das Salz nicht allzu verwitternd war, habe ich es zu staubigem Pulver gerieben, in der trocknen Luft einige Stunden liegen lassen, und es dann in einem genau gewogenen Platintiegel erhitzt. Auch habe ich mehrere Krystallformen des nämlichen Salzes untersucht, dabei aber keinen Unterschied im Wassergehalt finden können.

Meine gegenwärtige Abhandlung zerfällt in die vier folgenden Abtheilungen: *Erstens* Gesetze für die Verbindungen des Wassers mit Säuren, mit Basen und mit Salzen; *Zweitens* Gesetze für die Bildung der basischen Salze; *Drittens* Gesetze für die Bildung der Doppelsalze; *Viertens* Allgemeine Uebersicht der Resultate meiner Versuche.

I. Gesetze für die Verbindungen des Wassers.

A. *Verbindungen des Wassers mit Säuren.*

1. *Weinsteinsäure.*

Zehn Gramme feingeriebene trockne Weinsteinsäure wurden in Wasser aufgelöst und mit einer Auflösung von essigsaurem Bleioxydul, so lange noch ein Niederschlag entstand, erhitzt. Die Mischung wurde zum Trocknen abgeraucht, wobei die freie Essigsäure gröſstentheils verdampfte. Die rückständige Masse mit Wasser aufgeweicht und auf dem Filtro gut ausgewaschen, gab 23,51 Gr. weinsteinsaures Bleioxydul.

Fünf Gramme weinsteinsaures Bleioxydul mit verdünnter Schwefelsäure behandelt, gaben in drei verschiedenen Versuchen 4,2318, 4,229 und 4,228 Gr. schwefelsaures Bleioxydul. Das weinsteinsaure Bleioxydul muſs also folgendermaſsen zusammengesetzt seyn:

Weinsteinsäure	37,75	—	100,00
Bleioxydul	62,25	—	164,87
	100,00		264,87

Es enthalten diesem zu Folge 23,51 Gr. weinsteinsaures Bleioxydul 8,875 Gr. trockner Säure; in 100 Theilen krystallisirter Säure befinden sich 11,25 Th. Wasser, und 100 Theile wasserfreier Weinsteinsäure verbinden sich mit 12,7 Th. Wasser, worin sich 11,2 Th. Sauerstoff befinden. Das von 100 Th. dieser Säure gesättigte Bleioxydul enthält aber 11,788 Th. Sauerstoff; es ist also, der kleinen Differenz un-

geachtet, ziemlich klar, daſs die kryſtalliſirte Weinſteinſäure eine Menge Waſſer enthält, deren Sauerſtoff dem der Baſis gleich iſt, welche die nämliche Menge Weinſteinſäure ſättigt. Bei den Verſuchen, welche ich angefangen habe, um die Geſetze der Bildung organiſcher Producte aufzuſuchen, die ich künftig bekannt machen werde, habe ich in der *Weinſteinſäure* nicht mehr als 56,384 Procent Sauerſtoff (gegen 39,206 Th. Kohlenſtoff und 4,41 Th. Waſſerſtoff) gefunden *), welches beinahe 5 Mal ſo viel iſt, als das 100 Th. Weinſteinſäure ſättigende Waſſer enthält. Ich muſs hier die Bemerkung wiederholen, daſs vielleicht ein etwas zu groſser Sauerſtoffgehalt der Baſen in meinen Beſtimmungen die Urſache iſt, warum die mehreſten Säuren dieſen Sauerſtoffgehalt etwas geringer beſtimmen, als er nach Berechnung aus dem Sauerſtoffgehalte der ſie ſättigenden Baſen ſeyn ſollte. Ich habe aber dieſen kleinen Fehler, ſo weit es mög-

*) Um die Angabe von allen Berechnungsfehlern frei zu erhalten, bemerke ich, daſs ich von 3 Grammen ſehr ſtreng getrocknetem weinſteinſauren Bleioxydul in zwei Verſuchen, mit unbedeutender Verſchiedenheit, 3,7555 Gr. kohlenſauren Kalk und 0,425 Gr. Waſſer erhalten habe. Wenn nun die Zuſammenſetzungen des weinſteinſauren Bleioxyduls, des kohlenſauren Kalks und des Waſſers richtig beſtimmt ſind, ſo muſs das in der Rechnung Fehlende Sauerſtoff ſeyn. Da aber alle dieſe Beſtimmungen ein wenig fehlerhaft ſeyn können, auch abgeſehn von den Beobachtungsfehlern, ſo kann auch der beſtausgeführte Verſuch ein bis auf 0,01 fehlerhaftes Reſultat geben.

Berzelius.

lich gewesen ist, überall proportional zu machen gesucht, so dass die erste völlig richtige und gehörig bewährte Analyse einer Säure oder eines Oxydes alle diese Bestimmungen auf einmal berichtigen könne.

2. *Citronensäure.*

Krystallisirte Citronensäure wurde fein gepulvert und in der Sonne etliche Stunden getrocknet. Dann wurden

a) 5 Gramme davon in Wasser aufgelöst und mit 15 Gr. feingeriebenem, den Augenblick vorher geglühetem Bleioxydul gemischt, langsam bis zum Trocknen abgedampft, und das mit freiem Bleioxydul gemischte Bleisalz alsdann auf einer Sandkapelle in einer so strengen Hitze, als es nur ertragen konnte, bis dass es nicht mehr an Gewicht verlor, getrocknet. Die Mischung wog nun 18,95 Gr. Die Säure hatte also 21 Procent Wasser enthalten.

b) 10 Gr. von der nämlichen Citronensäure mit essigsaurem Bleioxydul, auf die nämliche Weise wie die Weinsteinsäure behandelt, gaben 23,756 Th. citronensaures Bleioxydul.

c) 5 Gr. der nämlichen Citronensäure in einer gelinden Hitze geschmolzen, so lange als sie in dieser Hitze etwas verloren, und bis die Masse wiederum fest wurde, hatten 0,354 Gr. oder 7,08 Procent an Gewicht eingebüsst.

d) 10 Gr. citronensaures Bleioxydul mit verdünnter Schwefelsäure behandelt, gaben 9,056 Gr. schwefelsaures Bleioxydul, worin sich 6,666 Gr. Blei-

oxydul befinden. Dieſes Salz enthält alſo ein Drittel ſeines Gewichts an Säure, und iſt folgendermaſsen zuſammengeſetzt:

Citronenſäure	33,333	—	100
Bleioxydul	66,667	—	200
	100,000	—	300

Dieſemnach ſättigen 100 Theile Citronenſäure eine Menge Baſis, welche 14,3 Th. Sauerſtoff enthält. Wenn wir den Verſuch b) nach dieſer Analyſe berechnen, ſo finden wir wiederum, daſs die Citronenſäure 20,85 Procent Waſſer enthalten hat. Nun aber hatte dieſe Säure bei einer zur Zerſetzung noch nicht hinreichenden Temperatur 7,08 Procent Waſſer verloren (c); dieſes macht von dem ganzen Gehalt ungefähr ein Drittel aus. Die noch rückſtändigen 13,77 Th. Waſſer waren an der Säure durch eine ſtärkere Verwandtſchaft gebunden. Wenn nun aber 79,15 Th. trockner Citronenſäure 13,77 Th. ſtärker gebundenes Waſſer enthalten, ſo müſſen 100 Th. waſſerfreier Säure ſich mit 17,14 Th. Waſſer verbinden; dieſe enthalten aber 15 Th. Sauerſtoff, oder etwas mehr als das Bleioxydul, welches 100 Th. trockner Säure ſättigen. Dieſe kleine Verſchiedenheit rührt daher, daſs es unmöglich iſt, mit Körpern, welche ſich in einer etwas erhöheten Temperatur ſo leicht zerſetzen, wie die Citronenſäure, völlig genaue Reſultate zu erhalten. Wir ſehen alſo hieraus, daſs die Citronenſäure eine Menge Kryſtallwaſſer enthält, welche man, ohne die Zuſammenſetzung der Säure zu verändern, entfernen kann,

Wir sahen ferner, daſs sowohl die Citronensäure als die Sauerkleesäure eine Portion Waſſer enthalten, welche ausgetrieben werden kann, und sich ganz wie Kryſtallwaſſer verhält, während die Säure mit einer andern Portion Waſſer verbunden bleibt, die ganz die Rolle einer Baſis spielt, und sich nur durch eine ſtärkere Baſis von ihr trennen läſst. Wir können diese Verbindungen mit Waſſer füglich als Salze ansehen, in welchen das Waſſer die Baſis iſt, und sich ganz wie die schwächern Basen unter den Metall-Oxyden verhält, die sich sowohl mit Säuren als mit andern Basen verbinden können. Wenn wir das in der kryſtalliſirten Sauerkleesäure durch Verwitterung verflüchtigte Waſſer für Kryſtallwaſſer ansehen, so enthält dieses 2 Mal so viel Sauerſtoff, wie der als Baſis anzusehende Antheil des Waſſers.

Daſs diese Beſtimmungen unrichtig seyn sollten, weil doch das sauerkleesaure Bleioxydul Waſſer enthalten könnte, iſt nicht wahrscheinlich; denn von 5 Gr. wohl getrocknetem sauerkleesaurem Bleioxydul, die ich auf eine schickliche Weise in verschloſſenen Gefäſsen verbrannte, habe ich in zwei Versuchen nur 0,077 bis 0,09 Gr. Waſſer erhalten, zugleich mit einer Menge Kohlensäure, welche 3,708 Gr. kohlensauren Kalk hervorbrachte. Wenn wir die Zusammensetzung der *Sauerkleesäure* nach der Analyse des sauerkleesauren Bleioxyduls, des kohlensauren Kalks, der Kohlensäure und des Waſſers berechnen, so muſs diese Säure aus 34,9 Th. Kohlenſtoff, beinahe 1 Th. Waſſerſtoff und 64,1 Th.

10 Gr. wohl getrocknetes ſauerkleeſaures Bleioxydul wurde in einer offenen und genau gewogenen Glasſchaale im Glühefeuer verbrannt. Die Schaale verlor hierdurch in verſchiednen Verſuchen 2,52 bis 2,53 Gr. Das rückſtändige Bleioxydul hatte eine glänzend gelbe Farbe. Das *ſauerkleeſaure Bleioxydul* beſtehet dieſemnach aus

Sauerkleeſäure	25,2	100,0
Bleioxydul	74,8	296,6
	100,0	396,6

Alſo ſättigen 100 Th. Sauerkleeſäure eine Menge Baſis, deren Sauerſtoff 21,2 Th. beträgt. Nun haben wir geſehen, daſs 100 Th. kryſtalliſirte Sauerkleeſäure 42 Th. Waſſer enthalten, von welchem ſie 28 bis 29 Th. im Verwittern verlieren. Es ſind aber 28 Th. genau ⅔ von 42 Theilen. Die verwitterte Sauerkleeſäure behält alſo 1 Th. Waſſer auf je 2 Th. die ſie verliert. Wenn wir dieſes für 100 Th. waſſerfreier Sauerkleeſäure berechnen, ſo vereinigen ſich dieſe mit 72,414 Th. Waſſer, und von dieſen verlieren ſie beim Verwittern 48,276 Th. Die noch rückſtändigen 24,138 Theile Waſſer, welche nur durch andere, gegen ſie ſtärker negativ-elektriſche, Körper herausgetrieben werden können, enthalten 21,3 Th. Sauerſtoff.

4. *Reſultate.*

Wir kennen alſo keine von den drei hier analyſirten Pflanzenſäuren im reinen Zuſtande, und es läſst ſich muthmaſsen, daſs ſie, wie die vorhin erwähnten Mineralſäuren, *für ſich nicht darſtellbar ſind.*

B. *Verbindungen des Waſſers mit Baſen.*

1. *Alkalien und alkal. Erden.*

Daſs ſich bei der Reduction der Alkalien zu Metallen durch weiſsglühendes Eiſen eine ſehr groſse Menge Waſſerſtoffgas entbindet, hat mehrere Chemiker veranlaſst, Waſſer in den geglüheten fixen Alkalien zu ſuchen. Die Reſultate ihrer Verſuche ſind aber ungleich ausgefallen, obgleich man deutlich ſiehet, daſs ſie um den nämlichen Punkt ſchwanken.

Da es vielleicht nicht möglich iſt, ein völlig reines, trocknes kauſtiſches Alkali darzuſtellen, welches weder Kohlenſäure, noch Erden, noch andere fremde Stoffe enthält, und alſo Verſuche mit einem ſolchen Alkali kein recht genaues Reſultat geben können, ſo wählte ich zu dieſen Unterſuchungen den *Kalk* und die *Magneſia*, überzeugt, daſs dasjenige, was für die eine von dieſen ſtärkern Baſen als Regel geltend iſt, auch für die anderen gelten müſſe.

Kalk.

Reiner gebrannter Kalk wurde mit Waſſer gelöſcht, getrocknet und noch einmal in einem Platintiegel ſtreng geglühet, wobei ſich alle in dem Kalk noch rückſtändige Kohlenſäure mit den Waſſerdämpfen entfernen lieſs. — a) 10 Gramme von dieſem kauſtiſchen Kalke wurden mit Waſſer gelöſcht, ſo geſchwind als möglich eingetrocknet, und zuletzt über eine Weingeiſtlampe ſehr hoch über den Siedepunkt des Waſſers erhitzt. Sie hatten 3,21 Gr. am

Gewichte zugenommen. — b) Dieſer Verſuch wurde mit 30 Gr. reinem Kalk wiederholt, und gab 39,75 Gramme waſſerhaltenden Kalk.

In beiden Verſuchen hatten alſo 100 Th. Kalk 32,1 bis 32,5 Th. Waſſer in ſich aufgenommen. Da im letzteren Verſuch die gröſsere Maſſe eine ſpäter erfolgende Austrocknung vorausſetzt, ſo ſieht man leicht ein, wie das Reſultat durch Aufnehmen von etwas Kohlenſäure vergröſsert werden muſste. Nun enthalten 100 Th. Kalk 23,16 Th. Sauerſtoff, und 32,1 Th. Waſſer enthalten 26,5 Th. Sauerſtoff. Der kleine Ueberſchuſs rührt offenbar von aufgenommener Kohlenſäure während des Eintrocknens her. Dieſe Verſuche zeigen alſo, daſs der Kalk eine Menge Waſſer aufnimmt, deren Sauerſtoff dem der Erde gleich kömmt.

Magneſia.

a) Um den Sauerſtoffgehalt der Magneſia zu beſtimmen, lieſs ich reine ſchwefelſaure Magneſia in der Hitze ihr Kryſtallwaſſer verlieren, löſte das leicht ausgeglühete Salz in Waſſer auf, und ſchlug die Schwefelſäure durch ſalzſauren Baryt nieder. 10 Gr. geglühete ſchwefelſaure Magneſia gaben 19,43 Gr. geglüheten ſchwefelſauren Baryt, welchen 66,64 Theile Schwefelſäure entſprechen.

b) 5 Gramme kauſtiſche Magneſia *) in verdünnter Schwefelſäure aufgelöſt und in einem ge-

*) Sie war aus kohlenſaurer Magneſia bereitet worden, welche ich mit reinem kohlenſaurem Kali aus einer Auflöſung

wogenen Platinatiegel abgeraucht und geglühet, hinterliessen 14,742 Gr. schwefelsaure Magnesia, welche beim Wiederauflösen eine Spur von Magnesia absetzte, und also in der zur Verjagung der überschüssigen Schwefelsäure angewandten Hitze ein wenig Säure eingebüsst hatte. Nach diesem Versuche enthält das trockne Salz 66,1 Th. Schwefelsäure.

Obgleich es wohl möglich seyn kann, dass dieser Versuch ein für sich richtigeres Resultat als der vorige gegeben hat, so werde ich mich jedoch hier jenes bedienen, weil alle der Berechnung zum Grunde liegenden Versuche den nämlichen proportionellen Fehler haben.

Die schwefelsaure Magnesia bestehet also aus

Schwefelsäure	66,64	100,00
Magnesia	33,36	50,06
	100,00	150,06

Es enthalten folglich 100 Th. Magnesia, nach dieser Berechnung, 39,872 Th. Sauerstoff. Nach dem Versuch b) enthalten sie nur 38,8 Th. Sauerstoff. Herr Hisinger fand durch Zersetzung von salzsaurer Magnesia vermittelst salpetersauren Silberoxyduls 38,3 Th. Sauerstoff in 100 Th. Magnesia.

Es hinterliessen 10 Gr. kaustische Magnesia, welche mit Wasser übergossen und in einem Platinatiegel eingetrocknet worden war, als sie über einer

von schwefelsaurer Magnesia kochend heiss niedergeschlagen hatte, mit Beobachtung der Vorsicht, dass nicht alle Magnesia niedergeschlagen wurde; eine Vorsicht, ohne welche die niedergeschlagene Magnesia kohlensaures Kali enthält, welches das Wasser nicht auswaschen kann, da denn das Resultat anders ausfällt. *Berzelius.*

Weingeiſtlampe ſehr hoch über den Siedepunkt des Waſſers erhitzt wurden, in verſchiedenen Verſuchen 14,25, 14,35 und 14,4 Gramme Waſſer-enthaltende Magneſia. Nun aber enthalten 4,4 Gr. Waſſer 3,883 Gr. Sauerſtoff; dieſes entſpricht alſo dem aus dem Verſuch b) gezogenen Reſultate ſehr genau. Ich wage jedoch nicht, dieſen Verſuch für den richtigen zu erklären, weil in ihm vielleicht ein Theil der Magneſia am Boden des Tiegels, wo die Flamme ihn berührte, ſeines Waſſers beraubt worden war. Denn wenn die dem Anſcheine nach trockne Magneſia über die Lampe geſetzt wurde, verlor ſie ſehr geſchwind eine beträchtliche Menge Waſſer, bis daſs ungefähr noch 14,6 Gr. übrig waren, und dann wurde eine halbe Stunde erfordert, um ſie bis zu 14,4 Gr. oder darunter herabzubringen. Dieſe Verſuche können alſo nicht völlig ſcharf ſeyn; man ſieht aber aus ihnen ſehr deutlich, daſs die Magneſia, ganz wie der Kalk, ſich mit einer Menge Waſſer, deren Sauerſtoff dem der Magneſia gleich iſt, verbinden kann.

Schlüſſe.

Ich halte dieſe beiden Beiſpiele für hinreichend, die Vermuthung zu begründen, daſs das nämliche bei den feuerbeſtändigen Alkalien und bei den übrigen alkaliſchen Erden Statt finde. Wenn dieſe aber eine Menge Waſſer binden, deren Sauerſtoff dem des Alkali oder der Erde gleich iſt, und wenn ſie auch, wie bekannt iſt, neue Portionen Waſſer, die dem Kryſtallwaſſer entſprechen, aufnehmen

können, so müssen sie das Wasser in zwei verschiedenen Zuständen enthalten, ganz so, wie wir das bei den im Vorhergehenden beschriebenen Säuren gesehen haben. Die eine Portion Wasser entspricht bei diesen stärkern Basen dem positiven Körper, oder der Säure, und läſst sich aus ihrer Verbindung mit den fixen Alkalien, dem Baryt und dem Strontion nicht durch das Glühen austreiben, sondern nur durch Hinzukommen eines andern entweder für sich, oder doch in Hinsicht der Temperatur positiveren Körpers.

Wenn wir die Versuche Berthollet's, Davy's und d'Arcet's über den Gehalt des geschmolzenen Kali an Wasser mit einander vergleichen, findet sich, daſs sie um 16,15 Procent Wasser schwanken; und da dieses gerade die Menge Wasser ist, welche gleiche Theile Sauerstoff mit dem Kali enthält, so können sie als Beweise für die Idee, welche ich hier vorgetragen habe, angesehen werden. Aus den Versuchen des geschickten Chemikers Bucholz wissen wir, daſs der krystallisirte Baryt die Hälfte seines Gewichts im Glühefeuer verliert; dabei bleibt er aber noch flüssig, und kann durch anhaltendes Glühen nicht mehr entwässert werden; und seitdem haben Bucholz und Gehlen gezeigt, daſs dieser geschmolzene Baryt noch Wasser enthält. Nach der Analogie mit dem Kalk muſs dieses 10,59 Theile auf 100 betragen. Wenn also 200 Th. krystallisirter Baryt ungefähr 100 Th. Wasser im Feuer verlieren, so beträgt hier das Krystallwasser entweder 9

oder 10 Mal ſo viel, als das in der Stelle einer Säure gebundene Waſſer.

Die Eigenſchaft der feuerfeſten Alkalien und der alkaliſchen Erden, Waſſer in einer ſehr hohen Temperatur zurückzuhalten, kann uns Mittel an die Hand geben, zu einem für die geſammte Theorie der Chemie und Phyſik höchſt wichtigen Gegenſtand zu gelangen, zu einer Vergleichung der Stärke der chemiſchen Verwandtſchaft mit der der gewöhnlichen mechaniſchen Kraft. Wir wiſſen nämlich, welche ungeheure Kraft erfordert wird, das Waſſer bei ſteigenden Hitzegraden tropfbar-flüſſig zu erhalten; kein eiſernes Gefäſs läſst ſich vielleicht ſtark genug machen, um es in der Glühehitze tropfbar zurückzuhalten, indeſs dieſes durch die Verwandtſchaft der Alkalien und des Baryts zu dem Waſſer geleiſtet wird. Wenn die Kraft, welche erfordert wird, das Waſſer in der Glühehitze tropfbar-flüſſig zu erhalten, in Queckſilberhöhen ausgedrück wäre, ſo würden wir wenigſtens einen ſehr hohen Grad von Kraft in Zahlen beſtimmt haben, welchen die Verwandtſchaft dieſer Köper zu dem Waſſer noch überſteigt; auf ein ganz richtiges Reſultat würde dieſes aber nicht führen, da ſowohl das Alkali als das Waſſer in einer noch höheren Temperatur ſich verflüchtigen. Kalk und Magneſia würden aber zu einer ſolchen Vergleichung völlig paſſen, und bei ihnen müſste es möglich ſeyn, die Queckſilberhöhe zu beſtimmen, bei welcher das gasförmige Waſſer ſich in der Temperatur zu con-

densiren anfängt, welche erfordert wird, um das Wasser aus diesen Erd-Hydraten zu verflüchtigen. Die gefundene Quecksilberhöhe würde dann die Kraft der gegenseitigen Verwandtschaft der alkalischen Erde und des Wassers in Zahlen ausdrücken, mit welchen jede beliebige mechanische Kraft verglichen werden könnte. Und da sich die chemischen Verwandtschaften unter einander vergleichen lassen, so würden wir auf diesem Wege vielleicht einmal dahin gelangen, eine jede chemische Verwandtschft in Zahlen ausdrücken und mit dem allgemeinen Maſsstabe aller mechanischen Kraft, der Schwere, vergleichen zu können.

Wir werden im Folgenden sehen, daſs einige der schwächeren Basen, wenn sie Wasser aufnehmen, es mit einer so kleinen Kraft zurückhalten, daſs diese von der Expansionskraft des Wassers, auch in niedrigeren Temperaturen, übertroffen werden kann. Einige derselben sind hierdurch gewissermaſsen hygroscopische Substanzen, indem ihre gröſsere oder geringere Annäherung zum *Maximum* von Wassergehalt, von der Trockenheit der Luft abhängt, und nur dann eintritt, wenn die Luft in ihrem *Maximum* von Feuchtigkeit ist, und also die Expansionskraft des Wassers bei dieser Temperatur null ist.

2. *Thonerde.*

Um den Sauerstoffgehalt der Thonerde bestimmen zu können, löste ich Thonerde, welche aus Alaun durch ätzendes Ammoniak gefällt war, in

Schwefelsäure auf, und als die Säure nichts mehr davon aufnehmen wollte, filtrirte ich die Auflösung, concentrirte sie durch Abrauchen, und schlug das neutrale Salz daraus durch Alkohol nieder. Der Niederschlag wurde mit Alkohol gut ausgewaschen, um die möglicher Weise noch gegenwärtige Schwefelsäure vollkommen zu entfernen. Das so bereitete Salz hatte ganz den Geschmack des Alauns, nur daſs er weit stärker war. Um das Waſser zu verjagen, erhitzte ich dieses Salz in einem Platintiegel über einer Weingeistlampe, und wog den Tiegel von Zeit zu Zeit; als er nicht mehr an Gewicht abnahm, sah ich das Salz als waſserfrei an. Es schmolz in der Hitze, blähete sich auf, und verhielt sich ganz wie der Alaun; zuletzt muſste ich es in dem Tiegel zuſammenpacken, damit die Hitze es gleichförmig zu durchdringen vermochte. Das waſserfreie Salz schien sich in Waſser nicht auflösen zu wollen, und verhielt sich in diesem Fall ganz wie das waſserfreie schwefelsaure Eisenoxydul, die waſserfreie schwefelsaure Magnesia, der gebrannte Alaun und andre mehr. Mit Hülfe der Wärme löste es sich aber nach und nach ohne Rückstand vollkommen auf.

Ich glühte nun 10 Gramme dieser waſserfreien schwefelsauren Thonerde in einem gewogenen Platintiegel so lange, als sie unter Ausstoſsen von schwefliger Säure etwas am Gewicht verloren; sie hinterlieſsen 2,9934 Gr. einer lockern, sehr weiſsen und leichten Thonerde. Dieses Salz (die *waſser-*

freie schwefelsaure Thonerde) muss also folgendermassen zusammengesetzt seyn:

Schwefelsäure	70,066	—	100,000
Thonerde	29,934	—	42,722
	100,000		142,722

Wenn nun 42,722 Th. Thonerde 19,96 Th. Sauerstoff enthalten, so müssen 100 Th. Thonerde 46,726 Th. Sauerstoff in sich schliessen.

Um das *Hydrat der Thonerde* zu bereiten, versuchte ich zuerst aus Alaun durch überschüssig zugesetztes Ammoniak die Erde abzuscheiden. Dieses wollte aber nicht gelingen; denn als ich die so erhaltene Thonerde brannte, gab sie immer erst Wasser und dann schweflige Säure und Sauerstoffgas. Die Thonerde giebt also mit der Schwefelsäure ein *unauflösliches basisches Salz*, welches das Ammoniak nur unvollkommen zerlegt.

Ich nahm daher die von der Schwefelsäure durch Verglühen befreiete Thonerde, löste sie durch langes Digeriren in Salpetersäure auf, und schlug die Auflösung durch überschüssig hinzugesetztes ätzendes Ammoniak nieder. Die gallertartige Erde wurde auf einem Filtrum gut ausgewaschen und in der Sonne langsam getrocknet. Die trockne Erde, zu staubigem Pulver gerieben, wurde nochmals mit Wasser digerirt, um alles anhängende salpetersaure Ammoniak zu entfernen, darauf wiederum getrocknet, und dann in einer kleinen gläsernen Retorte geglühet. Es wurde anfangs reines Wasser entbunden, dann folgten aber salpetrigsaure

Dämpfe in Menge, welche erst in der Weissglühehitze sich völlig austreiben liessen. Die Salpetersäure besitzt also die nämliche Eigenschaft wie die Schwefelsäure, mit der Thonerde ein basisches Salz zu geben, welches vom Ammoniak nicht vollkommen zerlegt wird. Die *basische salpetersaure Thonerde* hat viele Aehnlichkeit mit der gelatinirenden Kieselerde, oder mit einem steifen Stärkeabsud, und wird leicht erhalten, wenn man die ungebrannte Thonerde mit ein wenig Salpetersäure zusammenreibt; das Gemisch stellt nach wenigen Augenblicken eine aufgeschwollene Stärke-artige Masse dar.

Nun löste ich die Thonerde in *Salzsäure* auf, schlug sie mit vielem überschüssig zugesetztem Ammoniak nieder, und digerirte den Niederschlag 6 Stunden lang mit der stark alkalischen Flüssigkeit. Die aus dem Filtro genommene und gut gewaschene Erde wurde in der Sonne getrocknet, fein gepulvert und noch einen Tag der Sonne ausgesetzt. In einer kleinen Retorte geglühet, gab diese Erde nichts als Wasser; ein kleiner Theil der Erde wurde aber mit dem Wasser mechanisch in die Höhe gerissen, und sammelte sich in der Vorlage wie ein feiner Staub an. Der Verlust wurde dadurch um eine Kleinigkeit vermehrt.

Die *wasserhaltige Thonerde* hinterliess 64,932 Procent Erde, welche, in Salpetersäure augelöst, keine Schwefelsäure mit Barytsatz zu erkennen gab.

Es waren alſo 100 Theile waſſerfreier Thonerde mit 54 Th. Waſſer vereinigt geweſen. So viel Waſſer enthält 47,65 Th. Sauerſtoff; die Thonerde enthält dagegen, wie wir geſehn haben, nur 46,726 Th. Sauerſtoff. Ich kann weder behaupten, daſs die Beſtimmung des Waſſergehalts, noch daſs die des Sauerſtoffs in der Thonerde hinreichend ſcharf ſey; beide ſind es aber in ſo weit, daſs ſie uns hinlänglich zeigen, daſs auch die Thonerde, ganz wie die vorigen Salzbaſen, eine Menge Waſſer bindet, deren Sauerſtoff dem der Erde *gleich* iſt.

Die geglühete Thonerde zieht aus der Luft ſehr geſchwind Feuchtigkeit an, hält aber dieſes Waſſer mit einer ſehr ſchwachen Kraft, und ihr Waſſergehalt iſt Variationen nach dem Hygrometerſtande der Luft unterworfen. Die Sonnenwärme iſt hinreichend, die gröſste Menge dieſes Waſſers zu entfernen, und wenn man die Thonerde auf einer Sandkapelle erhitzt, entweicht das eingeſogene Waſſer gänzlich, indeſs das Waſſer im Thonerde-Hydrate des Glühefeuers bedarf, um gänzlich entfernt zu werden *). In welchem Zuſtande wird aber das Waſſer von der gebrannten Thonerde gebunden? Offenbar nicht in dem nämlichen wie im Hydrate.

*) Es hatten 100 Th. gebrannte Thonerde nach einigen Tagen, bei 100° Hygrometerſtand, 34,5 Th. Waſſer in ſich geſogen. Von dieſem Waſſer verlor ſie bei 7° Hygrometerſtand und + 22 bis + 25° Thermometerſtand in einigen Tagen 18,5 Theile, und das ſo lange, als dieſe Witterung dauerte. *Berzelius.*

3. *Kieſelerde.*

Die Kieſelerde, welche aus dem *Liquor ſilicum* mit Säuren ausgeſchieden wird, enthält nach dem Austrocknen, wie bekannt, viel Waſſer Ich fand das Verhalten derſelben ganz gleich, ich mochte geradezu gefällte, oder erſt durchs Gelatiniren abgeſchiedene Kieſelerde bei dieſen Unterſuchungen anwenden.

In dem nämlichen Theeſchälchen wurden auf einer Sandkapelle drei Portionen Kieſelerde getrocknet, die ich in drei verſchiedenen analytiſchen Operationen gewonnen hatte. Als ich ſie nach dieſer Erhitzung von einigen Stunden glühete, litten ſie alle noch einen Verluſt an Waſſer, welcher zwiſchen 11,2 und 11,3 Procent variirte.

Die Verſuche mit der geglüheten Thonerde und andere mit dem Zinnoxyde, welche ich weiter unten anführen werde, beſtimmten mich, dieſe Verſuche einige Zeit nachher zu wiederholen. Ich fand nämlich, daſs das Zinnoxyd, in verſchiednen Temperaturen getrocknet, ungleiche Waſſermengen zurückhielt. Ich wog daher eine Portion in der Luft getrocknete Kieſelerde und trocknete ſie auf der Sandkapelle, wobei ſie 26,8 Procent an Gewicht verlor. Auf der Wage gelaſſen, gewann ſie nach und nach an Gewicht. Ich trocknete ſie dann wiederum ſehr ſtark und glühete ſie, wobei ihr Gewicht um 14,2 Procent abnahm. Die Kieſelerde bildete kleine halbdurchſichtige Körner, welche durch das Glühen nichts von ihrer Durchſichtigkeit

und ihrem äufsern Anfehen verloren. Es fcheint alfo, als wäre das von der Kiefelerde zurückgehaltene Waffer ganz im nämlichen Zuftande darin befindlich, wie das, welches die geglühete Thonerde aus der Luft einfaugt.

Ich hatte lange die Hoffnung gehegt, aus dem Waffergehalt der trocknen Kiefelerde den Sauerftoffgehalt derfelben berechnen zu können, und die Uebereinftimmung der drei erften Verfuche unter einander liefs mich vermuthen, dafs die Kiefelerde vielleicht 4 Mal fo viel Sauerftoff, als das damit verbundene Waffer enthalte, da dann ihr Sauerftoffgehalt 45 Procent betragen würde. Diefe Hoffnung habe ich aber nun aufgegeben. Vielleicht wird es einmal möglich, die Zufammenfetzung der Kiefelerde mit mehr Sicherheit aus ihren Verbindungen mit der Flufsfäure oder mit den Alkalien und den Erden zu berechnen.

4. *Eifenoxyd.*

Es ift in Schweden bereits feit einiger Zeit durch die Verfuche des Herrn Liedbeck *) bekannt, dafs die gelben oder bräunlichen fogenannten Rafenerze das Eifenoxyd im Zuftande eines Hydrats enthalten. Mein Freund, Herr General-Infpector Hausmann in Caffel, fchrieb mir vor einigen Monaten, er habe die nämliche Bemerkung gemacht, wobei er im Eifen-Hydrate 19 bis 21 Pro-

*) *Sammlingar i Bergsvetenskapen af E. T. Svedenstjerna och G. J. Liedbeck.* 9. H. 1809. *B.*

cent Waſſer gefunden habe; und er nimmt die erſte Zahl als die richtigere an *). Das Waſſer würde dann eine Menge Sauerſtoff enthalten, welche zwei Drittel von dem des Eiſenoxyds betrüge, oder der Sauerſtoff, welcher das Eiſen zu Oxydul gemacht hat, und der Sauerſtoff des Waſſers, würden in gleicher Menge vorhanden ſeyn. Obgleich dieſes mit den vorher angeführten Geſetzen nicht übereinſtimmt, ſo ſieht man doch leicht, von welchen lehrreichen Folgen die letztere Anſicht werden könnte, und ich wurde dadurch veranlaſst, die Prüfung des Eiſenoxyd-Hydrats den bereits angeführten Unterſuchungen hinzuzufügen.

Hr. Liedbeck hatte in den von ihm unterſuchten Raſenerzen 20,8, 21,1 bis 25 Procent flüchtige Theile gefunden, wovon Waſſer ungefähr 20 Theile ausmachte. Zugleich mit dem Eiſenoxyd fand er mechaniſche Einmengungen von Sand, Thon, Kieſelerde u. ſ. w., welche, wenn ſie vom Eiſenoxyd weggenommen wurden, 60 bis 62 Th. reines Oxyd hinterlieſsen; und dieſe enthalten gleiche Theile Sauerſtoff mit dem damit verbundenen Waſſer.

*) Hr. Hausmann, der ſeitdem ſeiner Liebe zu den Wiſſenſchaften das Opfer gebracht hat, ſeine angeſehene und einträgliche Stelle mit der Profeſſur der Technologie und Bergwerkswiſſenſchaften in Göttingen zu vertauſchen, hat ſeine Unterſuchungen über das Eiſenoxyd-Hydrat in dieſen *Annalen* B. 38. S. 1. f. dem Publikum vorgelegt; ihnen habe ich die des Herrn D'Aubuiſſon und anderer beigefügt. Mehreres von den Liedbeck'ſchen Unterſuchungen führt Hr. Prof. Hausmann an daſ. S. 66 f. *G.*

Ich unterſuchte nun etliche ausländiſche Raſen-erze, und fand darin 14,4, 13,1, 11,6 etc. Procent Waſſer, je nachdem das Erz in der Sonne oder auf einer erhitzten Kapelle getrocknet wurde. Dieſe Erze wurden im ungeglühten Zuſtande nicht vom Magnet angezogen; nach dem Glühen aber wurden ſie mehr oder weniger magnetiſch, welches zeigt, daſs ſie ein wenig brennbare Materie enthielten, die den Glühungsverluſt vermehren muſste. Wurde das geglühete Eiſenoxyd in Salzſäure aufgelöſt, ſo hinterlieſs es ein wenig aufgequollene halb gelatinirende Kieſelerde, welche alſo mit dem Oxyde in chemiſcher Verbindung geweſen zu ſeyn ſchien. Die fremden Beimiſchungen machten es übrigens ganz unmöglich, die Zuſammenſetzung dieſer dreifachen Verbindung von Waſſer, Kieſelerde und Eiſenoxyd mit einer ſolchen Schärfe zu beſtimmen, daſs das Reſultat zur Grundlage für eine Berechnung auch nur einigermaſsen hätte gebraucht werden können.

Ich unterſuchte nun die gelbe Maſſe, welche ſich auf verwitternden Kieſen bildet, und die ich oft frei von Schwefelſäure gefunden habe. Die eines Kieſes verlor im Glühen 17,5, und die eines andern nur 12 Procent. Beide enthielten Kieſelerde, und die erſte fand ich nachher auch etwas kupferhaltig.

Ich bereitete nun Eiſen-Hydrate, indem ich ſchwefelſaures, ſalpeterſaures und ſalzſaures Eiſenoxyd mit ätzendem Ammoniak fällte. Alle dieſe

Eisenauflösungen gaben aber eine Mischung von Hydrat und basischem Salze, aus welcher die Hitze zuerst Wasser und dann die Säure heraustrieb. Das geglühete Eisen-Hydrat hatte in diesen Versuchen zwischen 27 und 18,5 Procent verloren.

Ich digerirte nun den aus salpetersaurem Eisenoxyd gewonnenen Niederschlag mit einem großsen Uebermaaſs ätzendem Ammoniak. Das ausgewaschene und in der Sonne getrocknete Hydrat verlor nun 22,15 Procent; das, was überging, war aber nicht reines Wasser, sondern eine sehr starke ammoniakalische Flüssigkeit. Ich hatte also noch kein reines Hydrat zu untersuchen gehabt.

Vor drittehalb Jahren, als ich das Silicum-haltige Eisen untersuchte, hatte ich etwa 20 Gramme von diesem Eisen, mit Wasser übergossen, zum freiwilligen Oxydiren hingestellt. Die Masse ballete sich aber nach und nach zusammen, und war selbst nach Verlauf dieser Zeit im Innern nicht oxydirt. Da ich sie also zur Analyse der Kieselerde, wozu sie eigentlich bestimmt war, nicht mehr gebrauchen konnte, sammelte ich eine Menge darin gebildeten gelben Ocker auf und trocknete ihn: zufälliger Weise wurde dieser aber mit andern auszutrocknenden Stoffen auf die Sandkapelle gebracht, wo er aller Wahrscheinlichkeit nach einen Theil seines chemisch gebundenen Wassers verlor; denn die Eisen-Hydrate vertragen keine strenge Hitze, ohne eine dunklere Farbe anzunehmen und einen Theil ihres Wassers einzubüſsen. Im Glühen verlor er 10 Procent an

Gewicht. Das rückständige rothe Oxyd hinterliess Kieselerde zu 8,2 Procent. Ich arbeitete also wiederum mit der dreifachen Verbindung von Kieselerde, Eisenoxyd und Wasser. Die Menge, welche ich zu diesem Versuch anzuwenden hatte, war zu klein, und bereits im ersten Versuche verbraucht, so dass ich dieses Eisenpräparat nicht genauer untersuchen konnte; offenbar aber war es eine durch Kunst hervorgebrachte, dem oben erwähnten ausländischen Rasenerz ähnliche Verbindung. Man wird unstreitig diese in den Rasenerzen vorkommenden dreifachen Verbindungen von Kieselerde, Eisenoxyd und Wasser bald genauer untersuchen; um zu einer sichern Kenntniss von denselben zu gelangen, dürfte es indess vielleicht nöthig seyn, sie durch freiwillige Oxydirung des Silicium-haltigen Eisens, auf die oben angeführte Art, hervorzubringen; denn das Rasenerz ist mit Staub und mit fremden eingemengten Erden in verschiednen, sich nimmer gleichbleibenden Verhältnissen gemischt, und kann also wohl niemals ganz sichere Resultate geben.

Aus dem Angeführten erhellet ferner, dass es schwer ist, ein ganz reines Eisen-Hydrat zu erhalten, da sich das Eisenoxyd sowohl mit den Säuren als mit dem Ammoniak im Augenblicke des Niederschlagens verbindet, je nachdem das letzte in grösserem oder geringerem Ueberschuss gegenwärtig ist. Ich liess daher Eisenspäne sich in reinem Wasser oxygeniren, wechselte das Wasser täglich, und sammelte das gebildete Eisen-Hydrat. Nach ei-

nigen Wochen hatte ich davon so viel beisammen, daſs es zu einem kleinen Versuch hinreichte. Ich trocknete es in der Sonne mehrere Tage, und glühete es dann in einem gewogenen Platintiegel. Es hinterlieſs 85,2 Procent rothes Oxyd, welches dem Magnete hie und da etwas folgſam war; ein Umſtand, den ich der im Eiſen befindlichen Kohle, welche ſich mit dem Hydrat gemiſcht hatte, zuſchreibe. Dieſe Menge von Eiſenoxyd enthält 26,12 und das damit verbundene Waſſer 13 Theile Sauerſtoff. In dieſem Verſuch hatte das Eiſenoxyd alſo *doppelt* ſo viel Sauerſtoff als das Waſſer enthalten.

Um indeſs dieſe Proportion nicht auf dieſen einzigen Verſuch zu ſtützen, nahm ich ein weniger kohlenhaltiges Eiſen, wozu ich Clavierſaiten No. 10 wählte, lieſs dieſe ſich in reinem Waſſer oxygeniren, mit einer Platinſcheibe in Berührung, um die Oydation zu beſchleunigen, und wechſelte das Waſſer täglich. Nach einigen Wochen hatte ich wiederum ſo viel davon erhalten, daſs ich es unterſuchen konnte. Das in der Sonne mehrere Tage getrocknete Hydrat hatte eine ſehr helle pomeranzgelbe Farbe, und hinterlieſs nach dem Glühen ein ſchönes rothes, dem Magnete nicht im mindeſten folgſames Oxyd, welches 85,5 Procent betrug. In dieſem Verſuch hatte alſo das Eiſen-Hydrat 14,5 Procent Waſſer enthalten; der vorhergehende Verſuch wird alſo durch ihn beſtätigt, und wir ſehen, daſs das Eiſen-Hydrat, welches ſich

auf dem Eiſen im Waſſer bildet, eine Menge Waſſer enthält, deren Sauerſtoff die *Hälfte* ſo viel beträgt, als der des damit verbundnen Eiſenoxyds. Es iſt aber, ſowohl aus den von mir angeführten Verſuchen des Hrn. Liedbeck, als aus andern nachher anzuführenden, wahrſcheinlich, daſs das Eiſenoxyd, wenn es *mit andern Körpern in Verbindung* getreten iſt, eine Menge Waſſer, deren Sauerſtoff dem des Oxyds *gleich* kommt, aufnehmen kann.

5. *Zinnoxyd.*

Zehn Gramme reine Zinnfolie wurden in einem gewogenen gläſernen Kolben durch reine Salpeterſäure oxydirt, die Flüſſigkeit wurde verdünſtet, und das Oxyd im Kolben geglühet. Das ſo erhaltene Zinnoxyd hatte eine leichte ſtrohgelbe Farbe und wog 12,72 Gr. In einem andern Verſuch erhielt ich nur 12,71 Gr. Nach dem erſtern beſtehet das *Zinnoxyd* aus

Zinn	79,16	—	100,0
Sauerſtoff	21,84	—	27,2
	100,00	—	127,2

Es iſt eine bekannte Thatſache, daſs das Zinnoxyd, welches man durch Salpeterſäure bereitet hat, das Lackmuspapier röthet, welches aber das geglühete Oxyd nicht thut. Ich glaubte anfangs, dieſes möchte von Salpeterſäure herrühren, die dem Oxyde anhänge; als aber das Waſſer, womit das Oxyd gewaſchen wurde, das Lackmuspapier nicht mehr röthete, beſaſs das Oxyd dieſe Eigenſchaft noch immer. Es verlor ſie erſt, als ich es mit ein

wenig Ammoniak übergoſs, das Oxyd gab aber nun im Glühen ein ſehr ſtark Ammoniak-haltiges Waſſer. Das Zinnoxyd ſcheint alſo auf die Benennung einer *Säure* gleiches Recht zu haben, als die Wolframſäure und die Columbſäure (richtiger das Tantaloxyd).

Ich lieſs das gut ausgewaſchene, aber nicht mit Ammoniak behandelte Zinnoxyd auf der Sandkapelle trocknen. Es verlor im Glühen 6,6 Procent. Nach einigen Stunden, als die Kapelle beträchtlich abgekühlt war, wiederholte ich den Verſuch mit einem Theil des nämlichen Oxyds, welches auf der Kapelle geblieben war; es verlor nun 9,66 Procent. Als es ſich noch länger auf der immer mehr abgekühlten Kapelle befunden hatte, verlor es im Glühen 10,8 Procent, und am folgenden Morgen, als alles ſeit mehrern Stunden völlig erkaltet war, verlor das Oxyd im Glühen 12,5 Procent *). Es iſt hier keine Beſtimmung zu hoffen; denn welche Temperatur und welchen Hygrometerſtand ſoll man als den richtigeren annehmen? Und obgleich das den Säuren in ſeiner Natur nahe kommende Zinnoxyd, wenn es am meiſten Waſſer aufgenommen hatte, nahe doppelt ſo viel Sauerſtoff als dieſes Waſſer enthielt, ſo iſt doch hierauf nichts Zuverläſſiges zu bauen.

*) Es darf nicht unbemerkt bleiben, daſs die Witterung während dieſer Verſuche immer regnig und auf dem Maximo von Feuchtigkeit war. *Berzelius.*

Aehnliche Unterſuchungen über den Waſſergehalt des Titanoxyds, des Tantaloxyds, der Wolframſäure, und anderer, werden uns hoffentlich zu allgemeineren und beſtimmteren Kenntniſſen über das Verhalten des Waſſers zu dieſen, zwiſchen Baſen und Säuren in der Mitte ſtehenden Körpern führen.

Was ſollen wir aber von der Verwandtſchaft eines Körpers zum Waſſer denken, welcher dieſes nur ſo ſchwach bindet, daſs die Expanſionskraft des Waſſers ſchon bei nicht ſehr erhöheten Temperaturen überwiegend wird? Offenbar muſs ſie die nämliche Kraft ſeyn, welche macht, daſs das getrocknete Filtrirpapier durch Anziehn von Feuchtigkeit aus der Luft bisweilen noch während der Wägung ſchwerer wird, und welche in den ſogenannten hygroſcopiſchen Subſtanzen wirkſam iſt. Ob nun dieſe Kraft von derjenigen, welche ſich durch beſtimmte Principmäſsige Verhältniſſe zwiſchen den ſich vereinigenden Körpern charakteriſirt, nur dem Grade nach verſchieden iſt, oder ob ſie in einer bloſsen Modification der Flächenanziehung beſteht, wage ich nicht zu entſcheiden. Was die Modificationen der Verwandtſchaften betrifft, ſo iſt uns darüber noch viel zu unterſuchen übrig; z. B. worin die Kraft, welche ein Salz in Waſſer, für jede Temperatur in einer andern Menge, auflöſet, von der Kraft verſchieden ſey, durch welche das nämliche Salz eine gröſsere oder geringere Menge Waſſer, in feſter Geſtalt, als Kryſtallwaſſer verdichtet?

Zwischen beiden Mengen findet kein bestimmtes und unveränderliches Verhältniſs Statt; denn es können Salze, welche gar kein Kryſtallwaſſer enthalten, im Waſſer ſehr auflöslich ſeyn, z. B. Salpeter, ſalzſaures Kali u. a., indeſs andere, die eine groſse Menge Kryſtallwaſſer haben, im Waſſer völlig unauflöslich ſind, wie z. B. baſiſche Eiſen- und Kupfer-Salze, kohlenſaure Magneſia u. a.

C. *Verbindungen des Waſſers mit Salzen. Kryſtallwaſſer.*

Kali-Salze. In keinem der Kaliſalze, welche ich unterſucht habe, dem ſchwefelſauren, ſalpeterſauren, ſalzſauren und weinſteinſauren Kali, habe ich eine Spur von Kryſtallwaſſer gefunden. Wenn man ſie fein gepulvert in der Sonne oder ſonſt in einer temperirten Wärme getrocknet hat, ſo verlieren ſie im Glühen weiter kein Waſſer. Das ſalpeterſaure Kali giebt hierbei Sauerſtoffgas, ſalpetrige Säure und zuletzt Salpetergas, dabei ſetzt ſich aber nicht ein Tropfen, flüſſiger Säure ab. Das weinſteinſaure Kali, welches ich mit ſalpeterſaurem Bleioxydul niedergeſchlagen hatte, gab auf 100 Th. wohl getrocknetes Salz 155,7 Theile weinſteinſaures Bleioxydul. Der S. 246 mitgetheilten Analyſe dieſes letztern Salzes zu Folge beſtehet alſo das *weinſteinſaure Kali* aus

Weinſteinſäure	58,69	100,0
Kali	41,31	70,4
	100,00	170,4

Kali entspricht aber genau 24,8 Procent reinem Kali; diese müssen also mit 70,45 Th. Weinsteinsäure das saure Salz darstellen, und die fehlenden 4,75 Th. müssen Wasser seyn. Das *säuerliche weinsteinsaure Kali* bestehet also aus

Weinsteinsäure	70,45
Kali	24,80
Wasser	4,75
	100,00

Diese Menge Kali enthält 4,206 und das Wasser 4,192 Th. Sauerstoff; das Krystallwasser in diesem Salze enthält also genau eine *gleiche* Menge Sauerstoff mit der Basis. Da dieses Wasser aber nur durch Hinzukommen einer zweiten Basis verjagt werden kann, und genau so viel beträgt, als die überschüssige Säure in Krystallform für sich gebunden haben würde, so kann dieses Salz auch als ein Doppelsalz angesehen werden, dessen zweite Basis das Wasser ist.

Natron-Salze. Während nach den hier angeführten Versuchen den Kali-Salzen das Krystallwasser allgemein zu fehlen scheint, enthalten dagegen die Natron-Salze des Krystallwassers eine sehr große Menge, binden es aber nur mit einer sehr schwachen Verwandtschaft, so daß die mehresten derselben in trockner Luft verwittern. Es ist daher sehr schwierig bei ihnen auf genaue Resultate zu kommen, da es wohl geschehen kann, daß ein solches Salz, ehe es noch in der Mitte trocken ist, schon auf der Oberfläche zu verwittern anfängt.

Schwefelsaures Natron, in reinen Kryſtallen, wurde mit Waſſer übergoſſen, damit zu Pulver gerieben, auf Löſchpapier des Waſſers gröſstentheils wieder beraubt, dann zwiſchen neuem, vielfach zuſammengelegten Löſchpapier in einer Preſſe 24 Stunden lang getrocknet, und endlich in einem gewogenen Platintiegel erſt langſam verwittert und dann geglühet. Es verloren 30 Gramme hierbei 16,8 Gr. am Gewicht; dieſes Salz enthält alſo 56 Procent Kryſtallwaſſer, und das kryſtalliſirte Salz muſs folgendermaſsen zuſammengeſetzt ſeyn:

Schwefelſäure	24,76
Natron	19,24
Waſſer	56,00
	100,00

Nun enthalten aber 19,24 Theile Natron 4,953 Th. Sauerſtoff, und 56 Th. Waſſer 49,42 Th. Sauerſtoff; das Kryſtallwaſſer enthält alſo in dieſem Salze genau 10 Mal ſo viel Sauerſtoff als die Baſis.

Eſſigſaures Natron. Zehn Gramme gepulvertes und in der Luft getrocknetes eſſigſaures Natron in der Hitze einer Sandkapelle zum Verwittern gebracht, verloren 4,011 Gr. am Gewicht. — 5 Gr. zerfallenes eſſigſaures Natron mit Salzſäure übergoſſen, eingetrocknet und geglühet, gaben 3,584 Gr. ſalzſaures Natron. Das eſſigſaure Natron muſs alſo folgendermaſsen zuſammengeſetzt ſeyn:

trocknes			waſſerhaltiges	
Eſſigſäure	61,689	100,0	Eſſigſäure	36,95
Natron	38,311	62,1	Natron	22,94
	100,000	162,1	Waſſer	40,11
				100,00

Nun sind aber in 22,94 Theilen Natron 5,897, und in 40,11 Theilen Wasser 35,397 Theile Sauerstoff enthalten, und es ist 5,897 × 6 = 35,382. In diesem Salze enthält also das Krystallwasser 6 Mal so viel Sauerstoff als die Basis.

Essigsaurer Kalk. Um dieses Resultat einigermaßen zu controlliren, verwandelte ich 16 Gr. in strenger Hitze verwitterten *essigsauren Kalk* in salzsauren Kalk, und erhielt davon 7,005 Gr., welche 3,5782 Gr. reinen Kalk enthalten. Der essigsaure Kalk bestehet diesem zu Folge aus

Essigsäure	64,218	100,00
Kalk	35 782	55,74
	100,000	155,74

Die Menge Natron, welche 100 Th. essigsauren Kalk sättiget, enthält aber 15,89 Theile Sauerstoff, und die Menge des in 100 Theilen dieses Salzes enthaltenen Kalks 15,71 Th. Sauerstoff. Diese Analyse scheint folglich die vorige zu bestätigen, obgleich beide nicht in den letzten Zahlen übereinstimmen; sie beweisen, dass die Menge Sauerstoff, welche 100 Th. Essigsäure in den Basen voraussetzen, von diesen beiden Zahlen nicht bedeutend entfernt seyn kann.

Salzsaures Ammoniak. Aus meiner bereits mitgetheilten Analyse dieses Salzes erhellet, dass es folgendermaßen zusammengesetzt ist:

Salzsäure	50,86
Ammoniak	31,95
Wasser	17,19 *)

*) S. Hrn. Berzelius Abhandl. *Ann. N. F.* B. 7. S. 447. und *erste Fortsetzung* B. 8. S. 173. Kalk entbindet aus

Nun sind aber in 31,45 Th. Ammoniak 14,98 Th. Sauerstoff und in 17,19 Th. Wasser 15,17 Th. Sauerstoff enthalten. Das Krystallwasser dieses Salzes muss also eben so viel Sauerstoff als die Basis in sich schliessen. Wäre die Zusammensetzung des Wassers mit so völliger Sicherheit bestimmt, dass man sich auf die letzten Decimalen der Angabe verlassen könnte, so würde dieses Resultat einen kleinen Fehler in der Analyse des salzsauren Ammoniaks anzeigen, und dass ich des Ammoniaks in ihr $\frac{18,5}{10000}$ zu wenig erhalten hätte. So aber lohnt es der Mühe nicht zu versuchen, die angenommenen Zahlen zu berichtigen; auch in den andern Bestimmungen, z. B. denen der Salzsäure, sind die Decimalen nicht zuverlässig. Wenn indess auch keine von meinen Analysen, welche ich in dieser Abhandlung mitgetheilt habe, vollkommen richtig ist, es sey denn durch Zufall, so, dünkt es mir, kommen sie doch alle der Wahrheit nahe genug, dass wir bei dem Auffuchen der Gesetze der Proportionen in den Mischungen uns mit Zuverlässigkeit ihrer bedienen können. Erst wenn diese Regeln werden so ausgemacht seyn, dass sich von ihnen in unsern Analysen mit Sicherheit Gebrauch machen lässt, werden wir die schwierige Arbeit, für die Mischungs-Verhältnisse der Körper vollkommen richtige Zahlen-Bestimmungen aufzusuchen, mit grö-

Salmiak 31,95 Procent Ammoniakgas, und salpetersaures Silber zeigt in dem Salmiak 50,86 Procent Salzsäure. Das übrige ist Wasser. *Gilbert.*

ſserer Hoffnung eines günſtigen Erfolgs unternehmen können *).

Von dem *ſalpeterſauren Ammoniak* habe ich in der zweiten Fortſetzung dieſer Abhandlung geredet, welche ſich mit der Sättigungs-Capacität und der wahren Zuſammenſetzung der Salpeterſäure beſchäftigt, und dort (oben S. 168) gezeigt, daſs es eben ſo wie das ſalzſaure Ammoniak eine Menge Kryſtallwaſſer enthält, deren Sauerſtoff dem der Baſis *gleich* iſt.

Schwefelſaures Ammoniak. Ich hatte 10 Gramme trocknes ſchwefelſaures Ammoniak mit 30 Gr. kauſtiſchem Kalk in einer kleinen abgewogenen gläſernen Retorte gemengt, und dann die Kugel und den Hals der Retorte mit Kalk ganz ausgefüllt. Der Mündung der Retorte paſste ich ein kleines mit kauſtiſchem Kali gefülltes Glasrohr an, und erhitzte

*) Es ſey mir erlaubt, die Chemiker, die ſich durch einen ſolchen Gang der Unterſuchung, wie ihn Hr. Berzelius mit wenigen Zügen vorzeichnet, überraſcht und mit Bedenklickeit erfüllt finden ſollten, hierbei auf die Sternkunde hinzuweiſen. Auf einem ganz ähnlichen Wege iſt es den Aſtronomen gelungen, zu der bewundernswürdigen Schärfe und Zuverläſſigkeit in den Zahlen-Beſtimmungen, bei allem, was den Lauf der Geſtirne betrifft, zu gelangen, auf welche ſie mit Recht ſtolz ſind, und zu denen die bloſse Beobachtung ſie nie hätte führen können. Hrn. Berzelius wird es, trüge ich mich nicht, zu einem bleibenden Verdienſt gereichen, der Erſte geweſen zu ſeyn, der die Möglichkeit eines ſolchen Weges in der Chemie wahrgenommen, und ihn durch ſeine muſterhaften Analyſen nicht blos als ausführbar dargethan, ſondern uns auch ſchon ſo weit auf demſelben vorwärts geführt hat. *Gilbert.*

Schwefelsäure	46
Kalkerde	33
Wasser	21
	100

Diese Menge Kalk enthält 9,29, und das Wasser 18,53 Th. Sauerstoff. Nun sind $9{,}29 \times 2 = 18{,}58$. Das Wasser in diesem Salze enthält also *doppelt* so viel Sauerstoff, als die Basis.

Salzsaurer Kalk. Ich hatte vor einigen Jahren eine Menge schöner Krystalle von salzsaurem Kalk aufgesammelt und verwahrt. Diese wurden nun schnell zerstoßen und zwischen vielfachem und mehrere Mal gewechseltem Löschpapier in einer Presse getrocknet, bis das Salz dem Papier keine Feuchtigkeit mehr mittheilte. Ich wog 10 Gramme des Salzes, das auf diese Weise getrocknet worden war, in einem verschlossenen gläsernen Kolben ab, erhitzte sie dann in dem offenen Kolben, und brachte sie endlich zum Glühen. Das Salz hatte dabei 49,603 Procent an Gewicht verloren. Der krystallisirte salzsaure Kalk ist also folgendermaßen zusammengesetzt:

Salzsäure	24,686
Kalk	25,711
Wasser	49,603
	100,000

Nun enthalten aber 49,603 Th. Wasser 43,774 Th. Sauerstoff, und 25,711 Th. Kalk 7,24 Th. Sauerstoff, und es ist $7{,}24 \times 6 = 43{,}44$. Daſs hier ein kleiner Ueberschuſs an Wasser nicht verhindert werden konnte, ist leicht einzusehen. Das Krystallwasser

des salzsauren Kalks enthält also *sechs* Mal so viel Sauerstoff, als der darin befindliche Kalk.

Schwefelsaures Eisenoxydul. Zehn Gramme schwefelsaures Eisenoxydul in einer kleinen Glasretorte vier Stunden lang sehr stark, aber nicht bis zum Glühen erhitzt, hatten 45,4 Gr. Wasser verloren. Dieses Salz bestehet also aus

Schwefelsäure	28,9
Eisenoxydul	25,7
Wasser	45,4
	100,0

Der Sauerstoff des Wassers beträgt 40,16, und der des Oxyduls 5,8 Theile, und es ist $5,8 \times 7 = 40,6$. Wir sehen also, dass in diesem Salze das Krystallwasser 7 Mal so viel Sauerstoff als die Basis enthält.

Schwefelsaures Zinkoxydul. Zehn Gramme trocknes schwefelsaures Zinkoxydul in einem gewogenen Platintiegel über einer Weingeistlampe erhitzt, verloren 36,45 Procent an Gewicht. Da nun das wasserfreie Salz in 100 Th. 49,52 Th. Schwefelsäure und 50,48 Th. Basis enthält, so bestehet das krystallisirte Zinkoxydul in 100 Theilen aus

Schwefelsäure	30,965
Zinkoxydul	32,585
Wasser	36,450
	100,000

Die Basis enthält 6,39 und das Wasser 32,15 Theile Sauerstoff; es ist aber $6,39 \times 5 = 31,95$; das Wasser muss also in diesem krystallisirten Salze 5 Mal so viel Sauerstoff als die Basis enthalten.

Schwefelsaures Kupferoxyd. Zehn Gr. dieses krystallisirten Salzes verloren beim Verwittern über einer Weingeistlampe 36,3 Procent an Gewicht. Das krystallisirte schwefelsaure Kupferoxyd ist also folgendermaßen zusammengesetzt:

Schwefelsäure	31,57 *)
Kupferoxyd	32,13
Wasser	36,30
	100,00

Der Sauerstoff dieser Menge Kupferoxyds (zu 24,5 auf 100 Theile Kupfer gerechnet, (vergl. *Annal.* B. 7. S. 283.) beträgt 6,32, und der des Wassers 32. Nun ist aber 6,32 × 5 = 31,6; das Krystallwasser enthält also in diesem Salze 5 Mal so viel Sauerstoff als die Basis.

Salpetersaures Wismutoxydul. Zehn Gramme krystallisirtes und in Pulverform in der Luft getrocknetes salpetersaures Wismutoxydul, wurden in einer kleinen Retorte bis zum völligen Glühen erhitzt. Sie gaben in einem Versuch 5,13 und in einem andern 5,12 Gr. flüssige, nicht rauchende Salpetersäure. Dieses Salz muss also mehr Wasser enthalten, als erfordert wird, um die Säure in ihrer höchst concentrirten Gestalt darzustellen. Nach den sehr genauen Versuchen des Hrn. Lagerhjelm enthält das Wismutoxydul 10,13 Procent Sauerstoff; 48,8

*) Zu Folge der berichtigten Analyse des schwefelsauren Baryts (vergl. Gilb. *Annal.* B. 38. S. 169.) sind nämlich in 5 Grammen schwefelsaurem Kupfer 2,477 Gr., also 49,55 Procent Schwefelsäure und 50,45 Proc. Kupferoxyd enthalten, oder auf 100 Th. Schwefelsäure 101,82 Th. Kupferoxyd (vergl. *das.* B. 37. S. 288). *Berzelius.*

Theile Oxydul enthalten alſo 4,9434 Th. Sauerſtoff, und müſſen folglich 33,7 Theile Salpeterſäure ſättigen *). Was an 100 Th. fehlt, d. i. 17,5 Theile, müſſen Waſſer geweſen ſeyn. Dieſe enthalten aber 15,4 Th. Sauerſtoff, und es iſt $4,9434 \times 3 = 14,83$. Wir ſehen alſo, daſs nach dieſem Verſuche, der wegen der leichten Zerſetzbarkeit dieſes Salzes durch atmoſphäriſche Feuchtigkeit nicht völlig genau ſeyn kann, das Kryſtallwaſſer in dieſem Salze *drei* Mal ſo viel Sauerſtoff als die Baſis enthalten muſs.

Schlüſſe.

Ich halte dieſe unter ſo verſchiednen Salzen gewählten Beiſpiele für hinreichend, um das Geſetz zu beweiſen, „daſs in den Salzen der Sauerſtoff „des Kryſtallwaſſers ſtets ein Multiplum nach ei„ner ganzen Zahl von dem der *Baſis* iſt, oder (wie „bei der Citronenſäure und dem baſiſchen kohlen„ſauren Kupferoxyd) ein Submultiplum nach einer „ganzen Zahl von der Sauerſtoffmenge der Baſis iſt.“

Wenn wir den Sauerſtoff des Kryſtallwaſſers mit dem der *Säure* vergleichen, finden wir nicht immer ein Verhalten nach dem nämlichen Geſetze; denn es iſt z. B. im ſchwefelſauren Natron der Sauerſtoff des Kryſtallwaſſers $3\frac{1}{3}$ Mal dem der Säure, und im ſchwefelſauren Ammoniak $\frac{2}{3}$ Mal dem der Säure gleich. Dieſes hat mich auf folgende Regel geführt: „In Verbindungen von mehrern oxydirten Körpern

*) Indem 100 Th. Salpeterſäure $14\frac{2}{3}$ Th. Sauerſtoff in der ſie neutraliſirenden Baſis vorausſetzen; vergl. oben S. 166. *Gilbert.*

„ist der Sauerstoff desjenigen Bestandtheils, der da-
„von am wenigsten enthält, in der Sauerstoffmenge
„jeder der übrigen Bestandtheile nach einer ganzen
„Zahl enthalten."

Sollte sich aber nicht in Zusammensetzungen dieser Art ein *herrschender* Bestandtheil befinden können, von dessen Sauerstoff, wenn auch die Menge desselben nicht die kleinste ist, die Sauerstoffmengen der übrigen Bestandtheile Multipla oder Submultipla seyn müssen? Wenn z. B. in einem basischen Salze die Säure ein Drittel, und das Wasser halb so viel Sauerstoff als die Basis enthielte, so würde zwar der Sauerstoff der beiden erstern ein richtiges Verhältniss zu dem der Basis haben, welche als der herrschende Bestandtheil anzusehen wäre, aber der Sauerstoff des Wassers wäre nicht ein Multiplum von dem der Säure, welche in diesem Falle die geringste Menge ausmachte. Unter den wenigen Körpern, welche ich zu untersuchen Gelegenheit gehabt habe, findet sich kein Beispiel dieser Art; dieses kann indess nicht als ein Beweis gegen diese letztere Ansicht angesehen werden. Da aber jede Zusammensetzung auf den Inbegriff der Verwandtschaften eines jeden ihrer Bestandtheile beruhet, so scheint mir die zuerst angeführte Ansicht die wahrscheinlichere zu seyn.

Ich gestehe, dass wir der Erfahrungen noch zu wenige haben, um solche Folgerungen schon als bewiesene Gesetze aufstellen zu können. Wir sind aber genöthigt, sie fürs Erste wenigstens vor-

ſchlagsweiſe anzunehmen, um zu einer ſicheren Einſicht zu gelangen, und ich bin überzeugt, daſs die hier angeführten Ideen ſich werden im Allgemeinen als richtig bewähren, obſchon ſie manche Berichtigung werden erhalten müſſen, in dem Maaſse als ſich von dem unendlich Vielen, was unſern Unterſuchungen bis jetzt entgangen iſt, immer mehr uns entfalten wird.

II. Geſetze für die Bildung der baſiſchen Salze.

Jeder Chemiker weiſs, was wir unter Neutralſalzen verſtehn; deſſen ungeachtet iſt es ſo leicht nicht, durch eine gute Definition anzugeben, was *neutral* eigentlich iſt. Wenn wir den Zuſtand in den Salzen mit alkaliſcher oder alkaliſch-erdiger Grundlage, in welchem ſowohl die Säure als die Baſis gegen die mehrſten Körper völlig indifferent ſind, und in welchem alſo die Reaction auf Pflanzenfarben aufgehört hat, als Norm für die Neutralität annehmen, ſo ſcheint es, als könnten nur ſolche Salze für neutral angeſehen werden, in denen ſich in der Baſis mit der Säure die nämliche Menge Sauerſtoff als in den alkaliſchen oder alkaliſch-erdigen Salzen verbindet, und in welchen alſo bei einer Wechſelzerlegung von zwei Salzen weder Säure noch Baſis frei wird. Davy nennt in ſeiner Abhandlung über die Elektricität als chemiſches Agens *) jede ſolche Verbindung *neutral*, in wel-

*) Dieſe *Annalen* B. 28. S. 1. f.

cher die ursprünglichen elektrischen Reactionen aufgehört haben. Dieses ist auch in der That der einzige wissenschaftlich - richtige Begriff von einer neutralen Verbindung; er ist aber nur relativ. Denn so z. B. ist der Sauerstoff in dem Bleioxydul, dieser Bestimmung zu Folge, neutralisirt; er hat aufgehört, auf die meisten Körper electro - positiv zu reagiren, behält jedoch noch immer eine electro-positive Reaction gegen brennbarere Körper, z. B. gegen das Kalium. Ganz das nämliche gilt für die Neutralsalze. Wenn das Kali, das Natron u. a. m. eine Menge Schwefelsäure, welche dreimal so viel Sauerstoff als sie enthält, mit einer so grossen Kraft sättigen, dass die Reactionen der Säure ganz aufhören, so ist dieses keineswegs der Fall mit dem Zinkoxydul, dem Eisenoxyd, der Thonerde, der Zirkonerde u. a. Da die Verwandtschaft der letztgenannten Basen sehr schwach ist, so strebt jeder Körper, der mit ihren Salzen in Berührung kömmt, eine Portion Säure aus ihnen aufzunehmen, und dadurch äussert sich die Reaction der Säure, und das Salz scheint nicht neutral zu seyn, obgleich es die neutraleste Verbindung ist, welche diese Basen eingehen können. Dass wir gewohnt sind, diese Salze als *säuerliche* zu betrachten, beruht darauf, dass von den beiden Bestandtheilen derselben die Säure die stärksten Verwandtschaften besitzt, und daher ihre Reaction auf den Geschmack und auf die Pflanzenfarben hervorstechend äussert. Wenn wir

aber die Verbindungen der schwächeren Säuren mit den stärkeren Basen betrachten, finden wir, daſs in ihnen immer die Basis die Reactionen äuſsert. So z. B. nennt man zuweilen das gewöhnliche zerflieſsende kohlensaure Kali ein *basisches* Salz, obgleich darin mit der Kohlensäure in der Basis die nämliche Menge Sauerstoff als in dem kohlensauren Baryt oder Kalk verbunden ist, und diese drei Salze sich also in einerlei proportionellen Sättigungs-Zustande befinden. Daſs beide Verbindungen aber *neutral* sind, sehen wir deutlich dadurch ein, daſs die Cohäsionskraft dieser beiden alkalisch-erdigen Salze hinreichend ist, die hervorstechende Reaction dieser sehr kräftigen Basen zu verhindern.

Wir können also, glaube ich, alle diejenigen erdigen und metallischen Salze als *neutral* ansehen, in welchen die Säure eben so viel Theile Sauerstoff in der Basis mit sich vereinigt, als dieses in einer bestimmt neutralen Verbindung der nämlichen Säure mit einem Alkali oder einer alkalischen Erde geschieht. So z. B. sehe ich als *Neutralsalze* an, alle diejenigen schwefelsauren Salze, in welchen die Basis ein Drittel so viel Sauerstoff als die Säure enthält; ferner alle arseniksaure, kohlensaure, salzsaure und phosphorsaure Salze, in welchen die Basis halb so viel Sauerstoff als die Säure in sich schlieſst, und so ferner. Salze, in welchen des Sauerstoffs in der Säure verhältniſsmäſsig gegen den der Basis mehr enthalten ist, als im Neutralsalze, nenne ich *säuer-*

liche oder *saure Salze*, und umgekehrt *basische Salze* solche, welche des Sauerstoffs in der Säure, bezogen auf den in der Basis, verhältnissmässig weniger als das Neutralsalz enthalten.

In der ersten Reihe meiner Versuche über die bestimmten Verhältnisse, wonach die unorganischen Körper mit einander verbunden sind, habe ich zwei Beispiele von basischen schwefelsauren Salzen angeführt. Ich glaubte nämlich gefunden zu haben, dass im *basischen schwefelsauren Eisenoxyd* die Schwefelsäure 4 Mal mehr Basis als in dem neutralen sättige *), welche Meinung durch eine oberflächliche Untersuchung des *basischen schwefelsauren Kupferoxyds* **) bestätigt zu werden schien. Da ich aber während der Fortsetzung dieser Versuche nach und nach zu neuen und richtigeren Begriffen gelangte, zeigte sich, dass die Regel für das Verhalten des Sauerstoffs der Säuren zu dem der Basen mit dieser Bestimmung keineswegs übereinstimmend war. Denn wäre dieses Resultat der Analyse des basischen schwefelsauren Eisenoxyds richtig, so wäre in demselben der Sauerstoff der Säure 3 Viertel von dem der Basis, und also weder ein Multiplum noch ein Submultiplum nach einer ganzen Zahl von dem der Säure. Dieses veranlasste mich, die Analysen mit grösserer Genauigkeit zu wiederholen.

*) Vergl. *Annal. Neue Folge* B. 7. S. 308. *G.*
**) *Das.* S. 289. *G.*

1. *Basisches schwefelsaures Eisenoxyd.*

Ich löste rothes Eisenoxyd in concentrirter Schwefelsäure auf, erhitzte die Mischung bis zur völligen Sättigung der Schwefelsäure, löste dann das Salz in Wasser auf, filtrirte die Auflösung, versetzte sie mit kaustischem Ammoniak, jedoch so, daſs nicht alles Eisenoxyd herausgefällt wurde, und digerirte die Flüssigkeit 24 Stunden lang mit dem Niederschlage. Der Niederschlag wurde alsdann so lange auf dem Filtrum gewaschen, als das durchgehende Wasser noch mit Barytsalzen eine Reaction auf Schwefelsäure äuſserte. Das stark getrocknete Salz hatte ganz das Ansehen des gewöhnlichen niedergeschlagenen Eisenoxyds. Ueber einer Weingeistlampe seines Wassers beraubt, wobei nichts als reines Wasser entbunden wurde, hinterlieſs es ein rothes, dem *Colcothar Vitrioli* ganz ähnliches Pulver. Zehn Gramme dieses Pulvers streng ausgeglühet, hinterlieſsen 7,98 Gr. Eisenoxyd, und entbanden während des Glühens schweflige Säure. Das Eisenoxyd in Salzsäure aufgelöst und mit Barytsalz geprüft, gab keine wahrnehmbare Spur von Schwefelsäure zu erkennen.

In diesem basischen Salze waren also 20,2 Th. Schwefelsäure mit 79,8 Th. Eisenoxyd verbunden. Diese Menge Eisenoxyd enthält 24,47 Th. Sauerstoff und die Menge Säure 12,12 Th. Sauerstoff, also (mit einer unbedeutenden Abweichung) *halb* so viel Sauerstoff als das Oxyd. Wir sehen also, daſs in dem basischen schwefelsauren Eisenoxyd die Säure

6 Mal so viel Basis als im neutralen sättigt; denn nach meiner bereits mitgetheilten Analyse des neutralen schwefelsauren Eisenoxyds sättigen 100 Th. Schwefelsäure 65,5 Th. Eisenoxyd *), und es ist 65,5 × 6 = 393. Nach der hier angeführten Analyse des basischen Salzes sättigen in demselben 100 Theile Säure 395 Th. Eisenoxyd; welches eine so kleine Verschiedenheit ist, dass sie nur für einen Beobachtungsfehler gelten kann.

Ich sammelte hierauf eine Menge pomeranzengelben Ocker, der sich aus einer Vitriollauge auf einem Vitriolwerke gebildet hatte, laugte ihn sorgfältig aus, und trocknete ihn in der Sonne. Ueber einer Weingeistlampe seines Wassers beraubt, hatte er 21,7 Procent Wasser verloren. In der Glühehitze gab er noch 15,9 Proc. Schwefelsäure her, und das rückständige rothe, nicht magnetische Eisenoxyd betrug 62,4 Procent. Nach diesem Versuch verbinden sich 100 Th. Schwefelsäure im basischen Salze mit 392,52 Th. Eisenoxyd, und der *gelbe Ocker* ist folgendermaßsen zusammengesetzt:

Schwefelsäure	15,9	100
Eisenoxyd	62,4	392,52
Wasser	21,7	
	100,0	

Diese Menge Wassers enthält 19,15, das Eisenoxyd 19,13 und die Schwefelsäure 9,54 Th. Sauerstoff. Die Basis und das Wasser schließen also in diesem Salze gleiche Mengen Sauerstoff in sich, und

*) *Annal. N. F.* B. 7. S. 308.

die Säure genau die *Hälfte* so viel Sauerstoff. Ihres ganz verschiednen Ansehens ungeachtet, waren also der *gelbe Ocker* und der *braunrothe Niederschlag* ganz die nämliche Verbindung. Ich bedaure indess, dass die erst beschriebene Analyse in die Zeit fällt, als ich über das Krystallwasser noch keine Erfahrungen gesammelt hatte.

Ich war nicht wenig begierig, die Ursache zu erforschen, warum dieses Resultat von dem meiner früher mitgetheilten Analyse dieses Salzes so weit abwich, und bereitete zu dem Ende das basische Salz wiederum auf die nämliche Weise wie damals. Ich löste nämlich Eisen in verdünnter Schwefelsäure auf, der ich, um die Ausbeute an Oxydsalz zu vermehren, ein wenig Salpetersäure zugesetzt hatte. Als sich nichts mehr auflösen wollte, stellte ich, um die Abscheidung des basischen Salzes zu beschleunigen, ein blankes Eisen in die filtrirte Auflösung, und setzte sie in einem offenen Gefäss einer Temperatur von 25 bis 30° mehrere Tage lang aus. Ich erhielt dabei eine beträchtliche Menge eines ockergelben Pulvers, welches den Hauptcharakter des von mir zuerst analysirten basischen schwefelsauren Eisens besass, dass es sich nämlich nur wenig, und nach dem Austrocknen beinahe gar nicht, in Salzsäure auflöste, und von kaustischem Kali nicht verändert wurde. Als ich diesen gelben, gut ausgewaschenen Ocker erst in der Sonne trocknete, und dann in einer kleinen gläsernen Retorte erhitzte, erhielt ich in der Vorlage ein mit Ammoniak stark

beladenes Waſſer, welches 18,5 Procent betrug. In der Glühehitze wurden 32 Procent Schwefelſäure ausgetrieben, und es blieben 49,5 Procent rothes, nicht magnetiſches Eiſenoxyd zurück. In meinen früheren Verſuchen war alſo durch die Salpeterſäure, welche ich beim Oxydiren des Eiſenſalzes angewendet (und deren ich damals ausdrücklich Erwähnung zu thun für überflüſſig gehalten) hatte, eine ganz andre Zuſammenſetzung hervorgebracht worden, als das reine baſiſche Salz, und ich hatte, aller Wahrſcheinlichkeit nach, eine Miſchung deſſelben mit dieſer Verbindung analyſirt. Dieſe *ammoniakaliſche Verbindung* verdient alle Aufmerkſamkeit; ſie ſcheint ein *dreifaches* baſiſches, dem Ammoniak-Kupfer analoges Salz zu ſeyn. Bei der Erhitzung verbindet ſich die Schwefelſäure des Ammoniaks mit dem Eiſenoxyd, und das Ammoniak wird frei. Es ſcheint, als komme dieſer Körper durch ſeine Schweraufl össlichkeit in Säuren, und durch ſeine Unveränderlichkeit in kauſtiſcher Kalilauge, den von Davy beſchriebenen dreifachen Verbindungen des Ammoniaks mit Salzſäure und Zinn, und der mit Salzſäure und Phosphoroxyd einigermaſsen nahe. Da ich vielleicht nur eine Miſchung von dieſem Körper mit baſiſchem Oxydſalz hatte, ſo ſchien mir die nähere Beſtimmung der Beſtandtheile eine unfruchtbare Arbeit zu ſeyn. Ich werde aber die Darſtellung und die Analyſe dieſer ſonderbaren Verbindung bei einer andern Gelegenheit vornehmen.

Durch die Analyſe des reinen baſiſchen ſchwefelſauren Eiſenoxyds iſt alſo dargethan, daſs das Verhalten zwiſchen dem Schwefel und dem Eiſen in dieſem Salze, welches ich aus meiner erſten Analyſe gefolgert hatte *), unrichtig iſt. Wir werden vielmehr in den folgenden Analyſen ſehn, daſs in den baſiſchen ſchwefelſauren Salzen der Sauerſtoff der Säure dem der Baſis entweder *gleich*, oder davon ein *Submultiplum* nach einer ganzen Zahl iſt. Und daraus wird folgen, daſs in allen baſiſchen ſchwefelſauren Salzen der Schwefel zu dem Metalle in einem ſolchen Verhältniſſe ſteht, daſs die Menge deſſelben ein *Submultiplum* nach einer ganzen Zahl von der Menge des Schwefels in dem Schwefel-Eiſen in *Minimo*, und folglich auch von dem Schwefel im neutralen ſchwefelſauren Eiſenoxydul iſt. In dem hier beſchriebenen Eiſenoxydſalze iſt das Verhältniſs des Schwefels zum Eiſen genau *ein Viertel* von dem, was es im Schwefel-Eiſen im *Minimum* und im ſchwefelſauren Eiſenoxydul iſt.

Ich muſs hier den Leſer auf einen Gegenſtand aufmerkſam machen, der für die Vervollkommnung der Lehre von den feſten Proportionen in den Miſchungen von der äuſserſten Wichtigkeit iſt, und ohne welchen wir die Lehre von der Zuſammenſetzung der organiſchen Körper je aufgeklärt zu ſehen, kaum hoffen dürfen; nämlich auf das *abſolute Minimum* der Verbindung eines Körpers mit

*) *Annal. N. F. B.* 7. S. 309.

einem andern, von welchem alle andere Verbindungen Multipla ſeyn müſſen. Da nur ſehr wenige Verbindungsgrade zwiſchen zwei Körpern für ſich, d. i. ohne Dazwiſchenkunft eines oder mehrerer andern Körper, Statt finden, und da dieſe vielleicht niemals, oder doch nur höchſt ſelten, Verbindungen im *Minimum* darſtellen, ſo ſind wir genöthigt, dieſe *Minima* in dergleichen vielfacheren Verbindungsarten aufzuſuchen. Es wird ſchwer halten, das wahre *Minimum* zu entdecken; jeder gute in dieſer Hinſicht gemachte Verſuch aber wird von intereſſanten Folgen ſeyn. Das ſo eben analyſirte baſiſche Eiſenſalz mag mir hier zum Beiſpiele der Erläuterung dienen. Sollten wir in der Folge keine Verbindung der Schwefelſäure mit einer noch größern Menge Eiſen in den Eiſenoxydul- oder Eiſenoxyd-Salzen entdecken, und ſollte das in dieſem Verſuch gefundene Verhältniß des Schwefels zum Eiſen der gröſste gemeinſchaftliche Diviſor von allen den Verhältniß-Zahlen ſeyn, welche in den Miſchungen des Schwefels mit dem Eiſen Statt finden, ſo dürften wir hoffen, hier das Minimum von Schwefelgehalt des Eiſens gefunden zu haben. In dieſer niedrigſten Stufe würden ſich alſo z. B. 100 Theile Eiſen mit 14,66 Th. Schwefel vereinigen. In dem magnetiſchen Schwefel-Eiſen (*im Minimum* genannt, weil es die niedrigſte Stufe der Verbindung iſt, welche wir für ſich darſtellen können), oder im neutralen ſchwefelſauren Eiſenoxydul, ſind 100 Th. Eiſen mit $14,66 \times 4 = 58,64$, im ſchwefel-

fauren Eifenoxyd mit 14,66 × 6 = 87,96, und im gewöhnlichen Schwefelkies mit 14,66 × 8 = 117,28 Th. Schwefel verbunden. Es find diefes alfo Multipla von dem *Minimo* nach 4, 6 und 8, und wir finden, dafs diefe Multipla bis auf die Taufendtel mit den Refultaten der Verfuche übereinftimmen. Es läfst fich vermuthen, dafs das Multiplum nach 2, welches wir hier vermiffen, auch exiftirt, obgleich in einer vielleicht noch unbekannten Verbindung, z. B. in einem bafifchen Oxydfalze, in welchem die Schwefelfäure und das Eifenoxyd gleiche Theile Sauerftoff enthalten. Wenn nun 14,66 Th. Schwefel die geringfte Menge wäre, mit welcher fich 100 Th. Eifen verbinden können, fo würde daraus folgen, dafs kein bafifches fchwefelfaures Eifenoxydul-Salz möglich ift. Wenn aber umgekehrt ein folches Salz entdeckt werden follte, fo würden 14,66 Th. Schwefel auf 100 Th. Eifen nicht die Stufe des *Minimum's* feyn; diefe könnte dann nicht höher als 4,9 feyn, und würde den gröfsten gemeinfchaftlichen Divifor für alle Verbindungen des Schwefels mit 100 Th. Eifen darftellen. Ungefähr auf diefe Weife habe ich das *Minimum* vom Sauerftoff in den Verbindungen des Kohlenftoffs mit dem Sauerftoffe zu finden gefucht; um indefs auszumachen, welche von den mehreren Zahlen, die das Minimum des Sauerftoffgehalts darftellen könnten, das wahre Minimum fey, dazu wird eine grofse Menge von Verfuchen erfordert, und diefe dürften eine mehr

jährige Arbeit erfordern, ehe sie zu einem einigermaſsen-ſichern Reſultat führen werden.

2. *Baſiſches ſchwefelſaures Kupferoxyd.*

Ich ſchlug ſchwefelſaures Kupferoxyd ſo mit kauſtiſchem Ammoniak nieder, daſs nicht alles Oxyd gefällt wurde, und erhitzte 10 Gr. von dem wohl ausgewaſchenen und getrockneten Niederſchlag in einer gläſernen Retorte über einer Weingeiſtlampe ſo lange, als noch Waſſerdämpfe daraus verjagt wurden. Das ſo getrocknete Salz hatte 14,5 Procent an Gewicht verloren. Als ich es in Salpeterſäure auflöſte, und die Auflöſung mit Barytſalz niederſchlug, erhielt ich 8,55 Gramme geglüheten ſchwefelſauren Baryt, welchem 21,28 Proc. Schwefelſäure entſprechen. Dieſes Salz beſteht alſo aus

Schwefelſäure	21,28	100
Kupferoxyd	64,22	301,8
Waſſer	14,59	
	100,00	

Dieſe Menge Schwefelſäure enthält 12,74, das Kupferoxyd 12,66, und das Waſſer 12,87 Theile Sauerſtoff; in allen drei Beſtandtheilen finden ſich alſo *gleiche* Mengen Sauerſtoff. Es ſättigen folglich 100 Th. Schwefelſäure in dieſem Salze *drei* Mal ſo viel Kupferoxyd, als im neutralen ſchwefelſauren Kupferoxyd.

3. *Baſiſches ſchwefelſaures Wismutoxydul.*

Herr Lagerhjelm fand in ſeinen Verſuchen über den Wismut, daſs in dem ſchwefelſauren Wismutoxydul die Säure 3 Mal den Sauerſtoff der Baſis

enthält. Ich zerlegte daher eine Menge neutrales Salz durch zugeſetztes Waſſer, und laugte das unaufgelöſte baſiſche Salz mit Waſſer aus. Das auf einer Sandkapelle ſtark und lange getrocknete Salz wurde dann in einem gewogenen Platintiegel geglühet, ſo lange noch eine Spur von ſchwefliger Säure entbunden wurde. Es hatte dabei 14,5 Procent an Gewicht verloren, und beſteht alſo aus

Schwefelſäure	14,5	100
Wismutoxydul	85,5	590
	100,0	690

Dieſe Menge Schwefelſäure enthält 8,685, und das Wismutoxydul 8,66 Th. Sauerſtoff; die Säure ſättiget alſo in dieſem Salze *drei* Mal ſo viel Baſis, als im Neutralſalze.

4. *Baſiſche ſalpeterſaure und ſalpetrigſaure Salze.*

Von dem *baſiſchen* und dem *überbaſiſchen ſalpeterſauren* und *ſalpetrigſauren Bleioxydul*, und von dem *baſiſchen ſalpeterſauren Kupferoxyd*, habe ich umſtändlich in der *zweiten* Fortſetzung meiner Abhandlung oben S. 176 f. gehandelt, und gezeigt, wie ſie theils meine Idee von der Zuſammenſetzung des Stickſtoffs, theils die Geſetze, welche ich für die Bildung der baſiſchen Salze hier aufgeſtellt habe, beſtätigen.

5. *Kohlenſaures Kupferoxyd.*

Zehn Gramme in der Siedehitze niedergeſchlagenes und in der Sonne getrocknetes kohlenſaures Kupferoxyd in einer kleinen gewogenen gläſernen

Retorte geglühet, gaben im ersten Versuch 7,16 und im zweiten Versuch 7,27 Gr. schwarzes Kupferoxyd. In der Vorlage wurde eine beträchtliche Menge Wassers angesammelt. Dieses Salz kann also nicht so viel Kohlensäure enthalten, dass diese damit ein Neutralsalz darstellte; die Säure und das Kupferoxyd müssen folglich *gleiche* Mengen Sauerstoff enthalten, und daher 71,7 Theile Oxyd 19,73 Th. Kohlensäure aufnehmen; die übrigen 8,67 Theile sind Wasser, welches 7,5 Theile Sauerstoff enthält. Jene Menge Kupferoxyd enthält aber 14,34 Th. Sauerstoff; der Sauerstoff des Wassers beträgt also halb so viel, als der der Basis. Die geringe Verschiedenheit in dem Resultate des Versuchs muss darin liegen, dass ein kleiner Theil des kohlensauren Kupferoxyds durch die Wärme seines überschüssigen Wassers nicht gehörig beraubt worden ist.

Es ist nämlich bekannt, dass kohlensaures Kupfer, welches in der Kälte niedergeschlagen wird, ein sehr voluminöses Pulver giebt, dessen Farbe blaulichgrün ist. Wird es dagegen in der Siedehitze niedergeschlagen, so erhält man einen schweren, kleinkörnigen und gelblich-grünen Niederschlag. Ich sahe diese beiden Niederschläge für verschiedene kohlensaure Verbindungen an, und wollte die kalt gefällte Verbindung sammeln und durch kaltes Wasser auslaugen; sie wurde aber während dieser Arbeit größtentheils in die schwerere gelblich-grüne verwandelt, und ich konnte sie nie

im reinen Zustande darstellen. Zufälliger Weise setzte ich ein den Tag vorher niedergeschlagenes kohlensaures Kupferoxyd, welches noch in der Flüssigkeit geblieben war, auf die Sandkapelle; als die Kohlensäure aus der Flüssigkeit entwichen war, sah ich, wie das zunächst auf dem Boden liegende kohlensaure Kupferoxyd sich zusammenballte und gelblich grün wurde, ohne daſs sich dabei das geringste Aufbrausen wahrnehmen lieſs; und dieses erstreckte sich nach und nach aufwärts in dem Maaſse, als sich die Flüssigkeit erwärmte. Diese Veränderung in der Gestalt scheint also keine Veränderung in dem Gehalt an Kohlensäure, sondern nur im Wassergehalt zu seyn; eben so wie das kohlensaure Zinkoxydul in einer Temperatur, welche die Siedehitze des Wassers nicht erreicht, das gebundene Wasser fahren läſst und sich in schwerere Körner zusammenballt, und wie das blaue Kupfer-Hydrat, wenn man die Flüssigkeit erwärmt, das Wasser verläſst und sich als schwarzes Kupferoxyd absetzt. Auch andere basische Kupfersalze, welche, wenn sie kalt niedergeschlagen werden, leicht und voluminös sind, werden in der Hitze schwerer, und nehmen eine mehr ins Gelbe ziehende Farbe an.

6. *Basische salzsaure Salze.*

Aus einigen meiner ältern Analysen *) wissen wir, daſs die Salzsäure im *basischen salzsauren Kupferoxyd* und im *basischen salzsauren Bleioxydul* 4 Mal so viel Basis als im neutralen Salze sättigt. Da die Salz-

*) Diese *Annalen* Neue Folge B. 7. S. 292.

säure 2 Mal so viel Sauerstoff als die Basis, von der sie neutralisirt wird, enthalten muss, so beträgt der Sauerstoff der Säure in diesen basischen Salzen nur die *Hälfte* von dem der Basis.

7. *Folgerungen.*

Ich glaube aus diesen Versuchen über die basischen Salze folgende Schlüsse ziehn zu dürfen.

a) Der Sauerstoff der Säure kann in den basischen Salzen sowohl ein Submultiplum als ein Multiplum nach einer ganzen Zahl von dem der Basis seyn.

b) Die Menge von Basis, welche eine gegebene Menge von Säure in einem basischen Salze sättigt, kann von der Basismenge des neutralen Salzes derselben Art ein Multiplum nur nach einer solchen Zahl seyn, durch welche zugleich der Sauerstoff der Säure von dem der Basis ein Submultiplum oder ein Multiplum nach einer ganzen Zahl wird. So z. B. kann in den basischen Salzen der Schwefelsäure die Basis nur ein Vielfaches nach 3, 6, 9, nicht aber nach 2, 4, 5, 7, 8 u. s. f. von der Basis des neutralen Salzes seyn. Säuren dagegen, deren Sauerstoff in den neutralen Salzen ein 2- 4- 6- 8faches von dem Sauerstoff der Basen ist, können in den basischen Salzen 2, 4, 6, 8, aber nicht 3, 5, 7, 9 u. s. f. Mal so viel Basis als in den neutralen Salzen aufnehmen.

Es ist noch zu untersuchen übrig, ob es ein basisches Salz giebt, in welchem die Basis weniger als verdoppelt gegen die des neutralen Salzes ist; ob

es z. B. ein ſchwefelſaures Salz giebt, worin die Säure 2 Mal ſo viel Sauerſtoff als die Baſis enthält, oder ein ſalpeterſaures, worin die Säure 4 Mal ſo viel Sauerſtoff als die Baſis in ſich ſchlieſst.

III. Geſetze für die Bildung der Doppelſalze.

Die Verbindungen, welche in der erſten antiphlogiſtiſchen Nomenclatur *dreifache Salze* genannt wurden, hat man in den letztern Jahren angefangen *Doppelſalze* zu nennen, und zwar, wie es ſcheint, mit Recht. Sie ſind nämlich immer aus zwei neutralen Verbindungen zuſammengeſetzt, welche man in den meiſten Fällen durch Miſchung der Auflöſungen und gemeinſchaftliches Kryſtalliſiren dieſer beiden Verbindungen hervorbringen kann.

Dieſe Doppelſalze können von zwei verſchiedenen Gattungen ſeyn: ſie ſind entweder aus einer Säure und zwei Baſen, oder aus zwei Säuren (oder Säure-darſtellenden Körpern) und einer Baſis zuſammengeſetzt. Von der erſten Gattung kennen wir mehrere Salze, aber von der zweiten ſind uns nur ſehr wenige, und keins mit hinlänglicher Genauigkeit, bekannt.

1. *Doppelſalze aus zwei Baſen und einer Säure.*

Das Princip der Bildung dieſer Doppelſalze iſt nicht ſchwer zu finden, da wir wiſſen, daſs die meiſten ſauren Salze, wenn man ſie mit einer zweiten

Basis sättigt, Doppelsalze darstellen, und es seitdem dargethan worden ist, dass jene sauren Salze die doppelte Menge von Säure der neutralen Salze enthalten. Die neue hinzukommende Basis muss folglich die *nämliche Menge Sauerstoff*, als die vorher im Salze gewesene Basis enthalten. So z. B. muss das Natron, das Eisenoxydul oder das Antimoniumoxydul, womit man in den pharmaceutischen Zubereitungen das säuerliche weinsteinsaure Kali neutralisirt, (dessen Zusammensetzung aus der S. 277 angeführten Analyse bekannt ist,) eben so viel Sauerstoff enthalten, als das zuvor im Salze vorhandene Kali, in sich schloss, weil sie eine *gleiche* Menge Weinsteinsäure als dieses Kali neutralisiren. Dass in diesen Fällen nicht so sehr die Säure das Daseyn der Doppelsalze bestimmt, sondern dass dabei die Verwandtschaften der Basen zu einander die wirksamere Rolle spielen, werden wir aus der Analyse des Alauns ersehen; denn dieses Salz lässt sich dadurch, dass man in dem sauren schwefelsauren Kali die freie Säure mit Thonerde sättigt, nicht ohne einen grossen Ueberschuss an schwefelsaurem Kali erhalten. Gewisse Basen geben ferner beinahe mit allen Säuren Doppelsalze, ungeachtet die mehresten Säuren mit keiner von diesen Basen ein saures Salz darstellen können. So z. B. giebt das Ammoniak mit Magnesia, mit Manganes-Oxydul, mit Kupferoxyd, mit Zinkoxydul u. s. w. immer Doppelsalze, und wir haben grosse Ursache zu glauben, dass diese Basen unter sich immer das nämliche Verhalten

beobachten, d. h. in den Doppelſalzen immer *gleiche* Sauerſtoffmengen enthalten. Ich werde einige wenige Beiſpiele von Doppelſalzen der *erſten* Gattung anführen, welche hinreichend ſeyn können, das Geſetz ihrer Bildung ins Licht zu ſetzen.

Schwefelſaure Ammoniak-Magneſia.

Es wurden von dem fein gepulverten in der Sonne getrockneten Salze 10 Gramme in einem gewogenen Platintiegel erhitzt, und dann geglühet. Sie gaben dabei genau ein Drittel ihres Gewichts an ſchwefelſaurer Magneſia; daher die in dem Salze enthaltene Magneſia 11,11 Procent, und der Sauerſtoff, den ſie in ſich ſchlieſst, 4,43 Procent vom Gewicht des ganzen Salzes beträgt (oben S. 256). Ich miſchte nun mit dieſen 3,334 Gr. ſchwefelſaurer Magneſia eine Menge ſchwefelſaures Ammoniak, worin der Sauerſtoff des Ammoniaks 0,443 Gr. betragen ſollte, welches 4,181 Gr. ausmachte; dieſe beiden Salze wurden in kochendem Waſſer aufgelöſt, und in der Sonne auf einer gewogenen Glasſchaale getrocknet. Ich erhielt 10,006 Gr. wieder. Die ſchwefelſaure Magneſia hatte alſo hierbei 2,49 Gr. Waſſer aufgenommen, welche 2,2 Gr. Sauerſtoff enthalten. Auf 100 Theile des Salzes kommen alſo 24,9 Th. Waſſer, und darin 22 Th. Sauerſtoff, alſo 5 Mal ſo viel, als Sauerſtoff in der einen der beiden Baſen enthalten iſt. Da nun das ſchwefelſaure Ammoniak eine Menge Kryſtallwaſſer enthält, deren Sauerſtoff doppelt ſo viel als der der Baſis be-

trägt, so enthält die ganze Wassermenge dieses Salzes 7 Mal so viel Sauerstoff, als die eine der beiden Basen. Die Sauerstoffmengen der vier Körper, welche dieses Salz ausmachen, verhalten sich also wie 1 : 1 : 6 : 7.

Schwefelsaures Ammoniak-Kupferoxyd.

Zehn Gramme von diesem fein gepulverten und in der Sonne getrockneten Salze wurden in einer kleinen Retorte mit Kalk vermischt, und das Ammoniak wurde, ganz auf die nämliche Weise wie bei dem schwefelsauren Ammoniak, herausgetrieben. Der Apparat hatte dabei 0,827 Gr. an Gewicht verloren. Zehn andre Gramme in Wasser aufgelöst, wurden mit so viel kohlensaurem Kali, als zur Sättigung der Schwefelsäure ungefähr erforderlich war, gemischt, und dann zum Trocknen abgeraucht. Wieder in Wasser aufgelöst, hinterliessen sie kohlensaures Kupferoxyd. Die Flüssigkeit, welche einen kleinen Ueberschuss an Alkali hatte, fällte ich mit Schwefel-Wasserstoffgas, wodurch eine leichte Spur von Kupfer zum Vorschein kam. Das erhaltene geglühte Kupferoxyd wog 2 Gr. Diese enthalten 0,3932 Gr. Sauerstoff, und dann kommen auf die 0,827 Gr. kaustisches Ammoniak 0,3897 Gr. Die beiden Basen enthalten also gleiche Theile Sauerstoff. Wenn man nun die zu ihrer Neutralisirung nöthige Menge Schwefelsäure berechnet, so bleibt eine Menge Krystallwasser übrig, welche 7 Mal so viel Sauerstoff als jede Basis enthält. In

diesem Doppelsalze behält also jedes der beiden Salze die nämliche Menge Krystallwasser, welche demselben ursprünglich angehört, wie man aus den Analysen der einfachen Salze sehen kann. Die Sauerstoffmengen der Bestandtheile verhalten sich hier zu einander wie im vorhergehenden, nämlich 1:1:6:17.

Alaun.

Der Alaun gehört auch zu den Doppelsalzen. Man pflegt ihn fast immer für ein saures Doppelsalz auszugeben, meine Untersuchung dieses zusammengesetzten Salzes scheint aber diese Meinung zu widerlegen.

Zwanzig Gramme reiner Alaun wurden in einem Platintiegel über einer Weingeistlampe erhitzt, bis sie nicht mehr an Gewicht verloren. Die aufgeschwollene Masse wurde in dem Tiegel zusammengedrückt, und der Tiegel zuletzt bedeckt, damit die Hitze alle Theile des Salzes gleichmässig durchdringen möchte. Er hatte nun 9 Gr. an Gewicht verloren, und ich konnte nicht das geringste Zeichen von verflüchtigter Säure wahrnehmen, welche sich doch durch den Geruch hätte zu erkennen geben müssen. Der Alaun enthält also 45 Proc. Krystallwasser. — Das wasserfreie Salz wurde wieder in Wasser aufgelöst, welches sehr langsam und nicht ohne Beihülfe der Wärme vor sich ging, und dann mit salzsaurem Baryt niedergeschlagen. Der gewaschene und geglühete Niederschlag wog 19,976 Gr., also bis auf eine Kleinigkeit so viel, als der ange-

wandte Alaun. Der kryſtalliſirte Alaun enthält alſo 34,255 Procent Schwefelſäure *).

Zehn Gramme Alaun wurden in Waſſer aufgelöſt, und mit Ammoniak in Uebermaaſs verſetzt und digerirt. Die Thonerde, welche ſich hierbei ausſchied, gut ausgewaſchen und gebrannt, betrug 10,67 Procent. Da dieſes mit der Angabe des Hrn. Thenard nicht übereinſtimmte, wiederholte ich den Verſuch mit 50 Gr. Alaun. Nach dem Filtriren wurde die mit überſchüſſigem Ammoniak verſetzte Flüſſigkeit und das Waſſer, womit die Thonerde gewaſchen worden war, zur Trockniſs abgedampft, und dann wieder in Waſſer aufgelöſt, wobei noch eine kleine Menge Thonerde erhalten wurde. Die geſammelte und geglühete Erde wog 5,43 Gramme, und verlor durch wiederholtes Glühen nichts mehr am Gewicht. Der Alaun enthält alſo nicht mehr als 10,67 bis 10,86 Proc. Thonerde.

Zehn Gr. Alaun in Waſſer aufgelöſt und in einem kleinen gläſernen Kolben mit kohlenſaurem Strontion ſo lange digerirt, als noch ein Aufbrauſen entſtand, wenn mehr von dieſem zugeſetzt wurde, und dann mit überſchüſſig zugeſetztem kohlenſaurem Strontion gekocht, wurde auf dieſe Weiſe ganz ihrer ſchwefelſauren Thonerde beraubt. Der Niederſchlag war nicht, wie man von der Thon-

*) Nach der berichtigten Analyſe des ſchwefelſauren Baryts in der Erſten Fortſetz. (*Ann.* B. 37. S. 169.) enthalten 100 Theile dieſes Salzes 34,314 bis 34,48 Theile Schwefelſäure. Die erſte dieſer Zahlen würde für den Alaun 34,27 Procent Schwefelſäure geben. *Gilbert.*

erde erwarten follte, aufgequollen; fondern fchwer, und liefs fich leicht auslaugen. Die durchgefeihete Flüffigkeit war nicht alkalifch, und als ich fie mit Ammoniak verfetzte, wurde keine Trübung hervorgebracht. In einem gewogenen Platintiegel zugleich mit dem Wafchwaffer abgedampft und geglüht, gab fie 1,815 Gr. fchwefelfaures Kali, welchem 0,981 Gr. Kali entfprechen.

Da wir gefehen haben, dafs die Thonerde bis zu 46,7 Procent Sauerftoff enthält (S. 262), fo ift es unmöglich, dafs hier die Bafen *gleiche* Theile Sauerftoff enthalten können. Der Alaun ift nach diefen Verfuchen folgendermafsen zufammengefetzt:

		oder	
Schwefelfäure	34,23	Schwefelfaure Thonerde	36,45
Thonerde	10,86	Schwefelfaures Kali	18,15
Kali	9,81	Waffer	45,00
Waffer	45,00		100,00
	100,00		

Nun aber neutralifiren 9,81 Theile Kali 8,37 Th. Schwefelfäure, und es bleiben alfo für die Thonerde 25,86 Th. Schwefelfäure zurück; die Thonerde fättiget alfo in dem Alaun 3 Mal fo viel Säure als das Kali (denn $8,37 \times 3 = 25,11$); die Thonerde mufs alfo auch 3 Mal fo viel Sauerftoff als das Kali enthalten. Nun aber enthalten 9,81 Th. Kali 1,674 Th. Sauerftoff und 10,86 Th. Thonerde 5,077 Th. Sauerftoff, und es ift $1,674 \times 3 = 5,022$. Die 45 Th. Waffer enthalten 39,71 Th. Sauerftoff, und es ift $5,022 \times 3 = 40,17$. — Zwar ift diefe Analyfe nicht in den letzten Zahlen richtig, man fiehet aber aus

ihr doch so viel mit Sicherheit, dass in dem Alaun die Thonerde 3 Mal so viel Sauerstoff als das Kali enthält, und in ihm haben wir also ein Doppelsalz, in welchem der Sauerstoff der einen Basis ein Vielfaches nach einer ganzen Zahl von dem der andern Basis ist.

Da das bei dieser Analyse gefundene Verhältniss zwischen der Thonerde und der Schwefelsäure mit dem bei der Analyse der neutralen schwefelsauren Thonerde gefundenen, so nahe als es nur bei diesen Versuchen zu erwarten ist; übereinstimmt, so kann der Alaun nicht ein saures Salz seyn, sondern er verdankt seine sauren Eigenschaften dem Thonerdensalze, in welchem die Säure so lose gebunden ist, und welches ohnedem hier in so grossem Verhältniss gegen das Kali-Salz gegenwärtig ist, dass es beinahe alle seine äusseren Merkmahle dem Doppelsalze eindrückt.

Der Alaun und die übrigen Doppelsalze geben uns interessante Beispiele von Vereinigungen mehrerer oxydirten Körper. Das Kali enthält hier die geringste Menge Sauerstoff, und diese muss also für die Sauerstoffmengen der übrigen Bestandtheile der gemeinschaftliche Divisor seyn. Setzen wir den Sauerstoffgehalt des Kali = 1, so ist der der Thonerde = 8, der der Schwefelsäure = 12 und der des Wassers = 24.

Schliesslich muss ich bemerken, dass meine Analyse des Alauns von der der Herren Thenard und Roard etwas abweicht. Sie fanden im Alaun

12½ Procent Thonerde, und dagegen nur 16 Procent ſchwefelſaures Kali *). Sie arbeiteten mit 489 Gramme Alaun, von dem ſie 61 bis 62 Gr. Thonerde erhielten; dieſe mochten im feuchten Zuſtande wohl das Volumen von 10 Pfund Waſſer einnehmen, und alſo entweder auf einem ſehr groſsen oder auf mehrern kleinen Filtris aufgenommen werden; in beiden Fällen war die völlige Auslaugung und die Abſonderung vom Papiere groſsen Schwierigkeiten unterworfen. Auch iſt zu vermuthen, daſs die Ausſcheidung des ſchwefelſauren Kali aus der bei dieſer Gelegenheit gewonnenen Flüſſigkeit durch Zuſatz von Kalkerde kein ſcharfes Reſultat geben konnte. Die Verſchiedenheit unſerer Reſultate war daher vielleicht mehr der gröſsern oder geringern Zweckmäſsigkeit der angewendeten Methoden als dem Experimentator zuzuſchreiben. Ueberdieſs iſt es ausgemacht, daſs eine zu ſehr im Groſsen angeſtellte Analyſe niemals ein recht ſcharfes Reſultat geben kann; auch ſcheinen jene Chemiker hier nicht die äuſserſte Schärfe beabſichtigt zu haben.

*) Hr. Vauquelin fand bei ſeinen vergleichenden Analyſen verſchiedner Arten Alaun (*Ann. de Chimie* t. 50.) das Miſchungsverhältniſs immer daſſelbe, und zwar in 100 Theilen 10,5 Th. Thonerde, 10,4 Th. Kali, 30,52 Th. Schwefelſäure und 48,58 Theile Waſſer. Die Menge der Schwefelſäure und des Waſſers zuſammengenommen ſtimmen mit der Analyſe des Hrn. Berzelius ſehr nahe überein. Von der Thonerde giebt Vauquelin etwas weniger an, welches ſeinen Grund vielleicht eben darin hat, warum Hr. Berzelius in ſeinem erſten Verſuche S. 310. zu wenig Thonerde fand. *Gilbert.*

Ein basisches Doppelsalz.

Es giebt auch basische Doppelsalze; ich habe bis jetzt aber nur ein einziges untersucht, nämlich die in der Pharmacie unter dem Namen *Cuprum ammoniatum* bekannte Verbindung. Um dieses Salz zu bereiten, löste ich schwefelsaures Kupferoxyd in kaustischem Ammoniak auf, schlug das basische Doppelsalz mit Alkohol nieder, wusch es dann mit Alkohol und trocknete es in der Luft. Es ist sehr schwierig, den Augenblick der völligen Austrocknung genau zu beobachten; denn das Salz zersetzt sich auf der Oberfläche, ehe der Alkohol aus dem Innern verflüchtigt worden ist; es wird dann nach und nach himmelblau und auf dem Rande grün. Es läſst sich daher keine ganz genaue Analyse dieses Salzes erhalten; doch wird es nicht schwer seyn, mit Beihülfe der hier entwickelten Gesetze der Verbindungen, die wahre Zusammensetzung desselben aufzufinden, da das Resultat der Analyse nicht sehr weit von der Wahrheit abweichen kann.

Ich entzog einem Antheil dieses Salzes, auf einer erhitzten Sandkapelle, das überschüssige Ammoniak, bis es ganz grau geworden war; es hatte nun 20,33 Procent an Gewicht verloren. Als ich den Versuch in einer kleinen Retorte wiederholte, fand ich, daſs sich dabei auch ein wenig Wasser entband. Wenn dieses graue Pulver mit Wasser übergossen wurde, nahm es erst eine hellblaue, und dann, wenn ich es gelind erhitzte, eine

ſchwarzbraune Farbe an. Dieſes rührte unſtreitig daher, daſs ſich das Salz zerſetzte, und einen Antheil neutrales ſchwefelſaures Ammoniak-Kupfer bildete, wobei erſt Kupfer-Hydrat entſtand, welches ſich dann in der Hitze zerlegte. Die Auflöſung hatte eine ſchwache blaue Farbe und hinterlieſs 40 Procent ſchwefelſaures Ammoniak, mit einer kleinen Menge des Doppelſalzes gemiſcht. Das unaufgelöſte, aus ſchwarz und grün gemiſchte Kupferoxyd wog 48,7 Procent. Die erhaltenen Producte wogen alſo 9 Procent mehr als das angewandte Salz. Dieſes hat ſeinen Grund theils darin, daſs das neugebildete ſchwefelſaure Ammoniak nicht ſo viel Waſſer, als es zum Kryſtalliſiren braucht, in dem baſiſchen Salze vorfindet, wie wir ſogleich ſehen werden, und daher eine neue Menge Waſſer aufnehmen muſste, theils darin, daſs das zugleich entſtehende neue Doppelſalz alles Kryſtallwaſſer aus dem zugegoſſenen Waſſer aufnehmen muſs.

Um die Beſtandtheile dieſes Salzes beſtimmter auszumitteln, löſte ich 5 Gramme davon in Waſſer auf, ſättigte die Auflöſung mit Salzſäure und ſchlug die Schwefelſäure mit ſalzſaurem Baryt nieder. Der gewaſchene und geglühete Niederſchlag wog in einem Verſuch 4,685, und in einem andern 4,7 Gr., welchen 32,25 Procent Schwefelſäure entſprechen.

Aus der Flüſſigkeit wurde der überſchüſſig zugeſetzte Baryt mit ſchwefelſaurem Natron niedergeſchlagen, und dann die filtrirte Auflöſung mit

kohlensaurem Kali gemischt, und zur Trockniss abgedampft. Die wiederaufgelöste Masse hatte einen Ueberschuss an Kali, und gab eine grünliche Auflösung; das Kali wurde mit Salzsäure beinahe gesättigt, und das kohlensaure Kupfer auf ein Filtrum aufgenommen, gewaschen, getrocknet und geglüht. Die noch ein wenig alkalische Flüssigkeit gab mit Schwefel-Wasserstoff noch einen kleinen Rückstand von Kupfer, welcher für sich geglühet und mit dem übrigen gewogen, 1,7 Gr. oder 34 Procent Kupferoxyd gab. Wir finden also in diesem Salze das nämliche Verhältniss zwischen der Säure und dem Kupferoxyd, als im neutralen Kupfer-Vitriol, und es verdankt dem Ammoniak ganz und gar seine basische Eigenschaften. Enthält nun aber dieses Salz eine Menge Ammoniak, welche mit der nämlichen Menge Schwefelsäure für sich ein Neutralsalz darstellen sollte? So glaubte ich anfangs.

Ich mischte, um dieses zu untersuchen, 5 Gr. des nämlichen Salzes, in einer kleinen gewogenen Glasretorte, mit fein geriebenem Kalk, und zerlegte das Salz ganz so, wie ich es bei dem schwefelsauren Ammoniak angeführt habe. Der kleine Apparat hatte 1,32 Gramme an Gewicht verloren, und das Salz muss also 26,4 Procent Ammoniak hergegeben haben. Die nun fehlenden 7,35 Procent müssen Wasser gewesen seyn, und das *Cuprum ammoniatum* ist also folgendermaßen zusammengesetzt:

Schwefelſäure	32,25
Kupferoxyd	34,00
Ammoniak	26,40
Waſſer	7,35
	100,00

Dieſe Menge Kupferoxyd enthält 6,68, und das Waſſer 6,5 Th. Sauerſtoff, ſie ſtehn alſo zu einander in dieſem Salze in dem nämlichen Verhältniſſe, wie im baſiſchen ſchwefelſauren Kupferoxyd. Das Ammoniak enthält, 12,424 Th. Sauerſtoff, oder beinahe doppelt ſo viel als jene Beſtandtheile; denn wir haben geſehen, daſs es nicht möglich iſt, dieſes Salz im trocknen Zuſtande darzuſtellen, ohne daſs es ein wenig von ſeinem Alkali verloren hat, daher es in dieſer Analyſe zu gering ausfallen muſs.

Es iſt einleuchtend, daſs hier die beiden Baſen zuſammengenommen *gleiche* Menge Sauerſtoff mit der Schwefelſäure enthalten, nämlich das Kupferoxyd ein Drittel und das Ammoniak zwei Drittel von der Sauerſtoffmenge der Säure. Dieſes Salz iſt alſo, wenn wir die beiden Baſen deſſelben als eine einzige betrachten, gerade ſo gebildet, als ein einfaches baſiſches ſchwefelſaures Salz nach der Regel ſeyn ſollte. Die Sauerſtoffmengen in dieſem Salze laſſen ſich folgendermaſsen ausdrücken: die des Kupferoxyds = 1, des Waſſers = 1, des Ammoniaks = 2 und der Schwefelſäure = 3.

Was für eine Veränderung das *Cuprum ammoniatum* während des Verwitterns leidet, iſt nicht ſo leicht zu ſagen. Es ſcheint jedoch, indem es bei

langem Aufbewahren in unvollkommen verschlossenen Gefäſsen zu einem himmelblauen Pulver verwittert, die Hälfte des Ammoniaks zu verlieren, da dann die Schwefelsäure zu jeder Basis für sich in dem nämlichen Verhältnisse als im neutralen Salze steht. Durch das Verwittern zu einem grünen Pulver geht noch mehr Ammoniak verloren, und der Rückstand ist eine Mengung von mehr oder weniger (je nachdem das Verwittern in der Hitze oder in der Luft geschehen ist) wasserfreiem neutralem schwefelsaurem Ammoniak mit basischem schwefelsaurem Kupferoxyd. Das durch Verwittern in der Hitze gebildete grüne Pulver verträgt eine etwas erhöhete Temperatur, ohne zerlegt zu werden, entbindet dann aber schweflige Säure, schwefligsaures Ammoniak, Wasser und Stickgas, und in der Retorte bleibt eine geschmolzene schwarbraune Masse zurück, welche, mit Wasser übergossen, neutrales schwefelsaures Kupferoxyd und rothes Kupferoxydul giebt.

Es ist wahrscheinlich, daſs alle andere Säuren mit diesen beiden Basen ähnliche Doppelsalze geben können; diese lassen sich aber nicht alle so leicht darstellen, weil sie in Alkohol auflöslicher sind.

Wenn es erlaubt wäre, auf einem einzigen Beispiel ein allgemeines Resultat zu gründen, so würde ich den Satz aufstellen, daſs, wenn eine Säure mit zwei Basen übersättigt wird, die beiden Basen zusammengenommen die nämliche Menge Sauerstoff

enthalten, welche eine einzige Basis, um ein basisches Salz mit der Säure darzustellen, enthalten haben müsste, und dass dabei der Sauerstoff der einen Basis von dem der andern ein Multiplum nach 1, 2, 3 u. s. w. sey.

2. Doppelsalze aus zwei Säuren, oder Säure-vorstellenden Körpern, und aus einer Basis.

Diese Salze sind wenig untersucht, und ihre Anzahl scheint sehr gering zu seyn. Die einzigen einigermaßen bewährten Beispiele geben uns die Verbindungen einer Basis mit Schwefel und Schwefel-Wasserstoff, und mit Schwefel und schwefliger Säure. Es ist wahrscheinlich, dass hierbei die beiden electro-positiven Körper den electro-negativen so unter sich theilen, dass sie entweder davon jeder gleiche Theile, oder der eine 2, 3, 4 u. s. f. Mal so viel als der andere aufnehmen.

Ich habe in der Ersten Fortsetzung meiner Abhandlung, bei Untersuchung des Verhaltens des Sauerstoffs der Säuren zu dem der Basen, ein Doppelsalz erwähnt [*Ann.* N. F. B. 8. S. 209 f.], welches aus Salpetersäure, Arseniksäure und Bleioxydul zusammengesetzt ist. Als ich dieses Salz analysiren wollte, fand ich die Bestandtheile desselben unbestimmt variirend, je nachdem die Mutterlauge, woraus es anschoss, mehr oder weniger concentrirt war. Da es überdiess durch Auflösung in Wasser zersetzt wird, so scheint es nicht als ein Doppelsalz angesehen werden zu können, und ist vielleicht nur

eine innige Vermengung der Kryſtalltheile des ſalpeterſauren mit denen des arſenikſauren Bleioxyduls.

Ich kann hiervon ein anderes Beyſpiel anführen. Ich hatte Auflöſungen von ſalzſaurem Ammoniak und ſalzſaurem Eiſenoxyd gemiſcht und eingeengt, und ließ ſie kryſtalliſiren. Das erhaltene Salz war in Würfeln angeſchoſſen und hatte eine ſchöne rubinrothe Farbe; bei der Analyſe fand ich darin nur 1¾ Procent Eiſenoxyd. Wenn es in Waſſer aufgelöſt wurde, verlor es die Farbe, und ich erhielt aus dieſer Auflöſung erſt ein beinahe ungefärbtes, dann ein ſchwach rothgelbes Salz, welches an verſchiedenen Stellen gar nicht, an andern ungleich ſtark, doch auch da nur rothgelb gefärbt war. Dieſe dreifache Verbindung iſt alſo mehr für ein Gemiſch als für ein Doppelſalz zu nehmen.

IV. Allgemeine Ueberſicht der Reſultate meiner Verſuche, welche in dieſen verſchiedenen Abhandlungen beſchrieben ſind.

1.

Wenn zwei Körper, welche wir jetzt für einfach *halten, ſich in mehreren Verhältniſſen vereinigen können, ſo ſind dieſe Verhältniſſe, wenn die Menge des negativ-elektriſchen Körpers unverändert bleibt, Multipla nach 1½, 2, 4 u. ſ. f. von dem kleinſten Verhältniſſe, in welchem der*

positiv-elektrische Körper mit dem negativ-elektrischen verbunden seyn kann *).

Es deuten aber mehrere Erscheinungen darauf, daſs das Multiplum nach 1½ nur scheinbar ist, und daraus folgt, daſs die Verbindung,

*) Der Sinn, den dieser Satz, nach der Absicht des Hrn. Verfassers, ausdrücken soll, ist folgender: „Gesetzt es können sic zwei Körper, ein negativ-elektrischer *A*, und ein positiv-elektrischer *B*, nach verschiednen Verhältnissen mit einander verbinden, z. B. *m* Gewichtstheile von *A* mit *n*, oder mit *n′*, oder mit *n″*, oder mit *n‴* Gewichtstheilen von *B*, so stehn die Zahlen *n*, *n′*, *n″*, *n‴* etc. zu einander in dem Verhältnisse von 1 : 1½ : 2 : 4 etc., oder *n* ist (abgesehn von 1½) ein *aliquoter Theil* der übrigen dieser Zahlen, und diese sind *Vielfache nach einer ganzen Zahl*, von *n*." So z. B. verbinden sich 100 Theile Blei im gelben Oxyde mit 7,7, im rothen mit ungefähr 11,07 und im kirschrothen Oxyde mit ungefähr 15,6 Theilen Sauerstoff, und es verhalten sich ziemlich nahe 7,7 : 11,07 : 15,6 = 1 : 1½ : 2. — Wie Hr. Professor Berzelius den Satz ausdrückt, hat er aber für mathematische Leser diesen Sinn nicht, sondern einen gänzlich verschiedenen. Denn wer sich an die Worte hielte, würde glauben, daſs der Verf. behaupte, die Verhältnisse $m:n'$ und $m:n''$ und $m:n'''$ wären Vielfache nach 1½, 2, 4 von dem Verhältnisse $m:n$; dann aber müſste seyn $m:n' = 1\frac{1}{2}(m:n) = \sqrt[2]{m^3}:\sqrt[3]{n^2}$, und $m:n'' = 2(m:n) = m^2:n^2$ und $m:n''' = 4(m:n) = m^4:n^4$, welches ganz etwas anders ist, als zu behaupten beabsichtigt wird. Der Satz wäre also ungefähr so in Worten einzukleiden: „Gesetzt, es können sich von zwei für uns chemisch einfachen Körpern, mit einerlei Menge eines elektrisch-negativen Körpers, verschiedne Mengen eines elektrisch-positiven Körpers vereinigen, so stehn diese letztern zu einander in den Verhältnissen von 1 : 1½ : 2 : 4 etc." oder „so sind diese letztern Vielfache nach 1½, 2, 4 etc. von der kleinsten Menge, in der der zweite Körper mit dem erstern verbunden seyn kann." In dem Laufe der Abhandlungen habe ich den Ausdruck mehrmals auf diese Art verändert. *Gilbert.*

nach welcher es als Multiplum berechnet worden, nicht das wahre Minimum der Verbindung darſtellt, ſondern daſs andere niedrigere Verhältniſſe vorhanden ſind, nach welchen es ein Multiplum nach 6, 12, 18 u. ſ. w. ſeyn kann. So z. B. enthält die Arſenikſäure 1½ Mal ſo viel Sauerſtoff als die arſenige Säure; allein das ſchwarze Arſenikoxyd, welches durch Oxydirung des metalliſchen Arſeniks in der Luft entſtehet, enthält nur ein Viertel ſo viel Sauerſtoff als die arſenige Säure, und daher iſt der Sauerſtoff dieſer ein Multiplum nach 4, und alſo der Sauerſtoff der Arſenikſäure ein Multiplum nach 6 von der Sauerſtoffmenge des Arſenikoxyds. Ich habe gezeigt, wie dieſes ſich auch auf die Säuren des Schwefels anwenden läſst.

Die bis jetzt gefundenen Progreſſionen ſind Multipla nach geraden Zahlen. Die einzige Ausnahme iſt die Progreſſion für die Oxyde des Ammoniums, welche, wenn wir von der Möglichkeit abſehn, daſs der Waſſerſtoff auch ein Ammoniumoxyd ſeyn kann, auf folgende unregelmäſsige Weiſe fortſchreiten würde: 1, 1½, 3, 4½, 6, 7½ *), wenn wir nämlich die in dem Ammoniak enthaltene Sauerſtoffmenge gleich 1 ſetzen. Wir ſehen hieraus, daſs dieſe Progreſſionsreihe nicht von dem wahren Minimum der Verbindung ausgegangen ſeyn kann, und daſs es niedrigere Oxydations-Stufen des Ammoniums, als den Stickſtoff, geben muſs, unter denen ſich auch

*) Vergl. Erſte Fortſetz. Annal. N. F. B. 8. S. 186.

der Wasserstoff nach aller Wahrscheinlichkeit befindet. Ist dann der Sauerstoff des Stickstoffs von dem des Wasserstoffs ein Multiplum nach 6, 12 oder 18, so wird die angeführte Progressionsreihe ganz regelmäfsig. Noch muss ich bemerken, dass diese Reihe von dem Punkte an, wo das Ammonium seine ursprüngliche electro-chemische Modification, um den Stickstoff zu bilden, verändert, mit gröſsern Multiplicatoren fortgehet.

Die Verhältnisse, welche man in zusammengesetzteren Körpern zwischen den Bestandtheilen antrifft, sind alle mit diesen für die einfacheren Verbindungen geltenden Gesetzen übereinstimmend, z. B. das Verhalten des Schwefels zum Eisen in den schwefelsauren Eisensalzen.

2.

Wenn sich zwei o x y d i r t e *Körper vereinigen, so läſst sich das Verhältniſs unter ihnen am leichtesten nach dem Sauerstoff bestimmen, indem der Sauerstoff des einen dem des andern entweder gleich, oder davon ein Multiplum nach einer ganzen Zahl ist.*

Zu diesen Verbindungen gehören:

a. *S a l z e*, oder *Verbindungen von Säuren mit Basen.* In den *neutralen Salzen* ist der Sauerstoff der Säure von dem der Basis ein Multiplum nach 2, 3 etc. bis 8. In den *sauren Salzen* kann es noch höher gehen. In den *basischen Salzen* ist der Sauerstoff der Säure zuweilen ein Multiplum

von dem der Basis, zuweilen demselben in Menge gleich, und nicht selten auch ein Submultiplum desselben nach einer ganzen Zahl.

b. *Hydrate*, oder *Verbindungen des Wassers: Erstens: mit Säuren*. In diesen spielt das Wasser ganz die Rolle einer Basis; die Säure nimmt davon zur Sättigung eine Menge auf, welche genau so viel Sauerstoff als eine Salzbasis enthält, von der diese Menge Säure gesättigt wird. Das mit der Säure auf diese Weise verbundene Wasser ist ganz von dem Krystallwasser einiger krystallisirenden Säuren verschieden.

Zweitens: mit Salzbasen. Das Wasser spielt hier in so fern die Rolle einer Säure, als es ihre Stelle vertritt, enthält aber nur gleiche Theile Sauerstoff mit der Basis, oder ist zuweilen ein Submultiplum vom Sauerstoff der Basis. Das Krystallwasser in einigen krystallisirenden Hydraten ist ganz von dem mit der Basis, in der Stelle einer Säure verbundenen, verschieden.

c. *Verbindungen von Alkalien, Erden und Metalloxyden, zwei und zwei unter einander*. Obgleich unter meinen Versuchen kein Beispiel einer solchen Verbindung vorkömmt, so läſst sich doch aus den angeführten schlieſsen, daſs auch sie hierher gehören müssen. Denn ob wir die Oxyde von Chromium, Molybdän, Wolframium *), Tantalum,

*) Man wird in einem der folgenden Hefte die Gedanken des Hrn. Verf. über die chemische Nomenclatur, und so auch über diesen Namen finden. *Gilbert.*

Zinn u. s. w. Säure oder Oxyde nennen, muſs für die Regel gleichgültig seyn, und was in dieſem Fall für das eine Oxyd als Geſetz gilt, muſs auch für das andere gelten. Da überdieſs ſolche Verbindungen zweier Baſen mit einander den Doppelſalzen mit zweifacher Baſis zum Grunde liegen, und da wir in dieſen Salzen die hier angeführte Geſetzmäſsigkeit wiederfinden, ſo kann dieſes als bewieſen angeſehen werden.

Verbindungen von zwei Säuren gehören ebenfalls hierher, z. B. die Fluſsſäure und Boraxſäure, wobei es wahrſcheinlich iſt, daſs die ſchwächere Säure die Stelle der Baſis vertritt.

3.

Wenn ſich drei oder mehrere oxydirte Körper mit einander vereinigen, ſo iſt der Sauerſtoff desjenigen Körpers, der davon am wenigſten enthält, ein gemeinſchaftlicher Diviſor für die Sauerſtoffgehalte der übrigen, [oder vielmehr ein *aliquoter Theil* derſelben], *welche alſo von dieſer geringſten Menge Multipla nach ganzen Zahlen ſind.*

Hieher gehören:

a. *Kryſtallwaſſer enthaltende Salze.* In den *Neutralſalzen* enthält das Kryſtallwaſſer 1, 2, 3, 4, 5 etc., ſeltner nur $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$ etc. Mal, ſo viel Sauerſtoff als die Baſis. In *baſiſchen Salzen*, in welchen der Sauerſtoff der Säure ein Submultiplum von dem der Baſis iſt, enthält das Kryſtallwaſſer den

Sauerstoff in einem solchen Verhältnisse, dass er ein Multiplum sowohl von dem Sauerstoff der Basis als von dem der Säure ausmacht.

b. *Doppelsalze.* Beispiele von solchen, worin der Sauerstoff der einen Basis dem der andern gleich, oder davon ein Multiplum nach einer ganzen Zahl ist, geben, ersteres die Doppelsalze aus Ammoniak und Magnesia, letzteres der Alaun. Wenn ein solches Salz zugleich Krystallwasser enthält, so ist es eine Verbindung von vier oxydirten Körpern, von dem Wasser, der Säure und den zwei Basen. Der Sauerstoff desjenigen Bestandtheiles, welcher am wenigsten davon enthält, ist ein gemeinschaftlicher Divisor nach einer ganzen Zahl [d. h. ein aliquoter Theil] der Sauerstoffgehalte der übrigen, wie wir im Alaun gesehen haben, wo der Sauerstoff des Kali's in der Thonerde 3 Mal, in der Schwefelsäure 12 Mal und in dem Wasser 24 Mal enthalten ist.

c. *Zusammensetzungen aus mehreren Alkalien, Erden und Metalloxyden,* wozu die *krystallisirten Mineralien* gehören. Obgleich wir zu der Anwendung der Regel auf die krystallisirten Mineralien durch keinen Versuch in diesen Abhandlungen berechtigt sind, läſst sich doch die Richtigkeit derselben nicht bezweifeln; denn warum sollte der Marmor, der Flussspath, der Schwerspath u. m. nach einer Regel gebildet seyn, welche für andere Mineralien nicht geltend wäre? Dieses läſst sich nicht wohl denken.

Auf der andern Seite wird diese Regel der *Mineralogie* gewissermaſsen eine mathematische Grundlage verschaffen, und den Chemikern, welche sich mit Mineral-Analysen beschäftigen, ein Prüfungsmittel an die Hand geben, sich zu überzeugen, in wiefern ihre Analysen richtig sind; indeſs ohne ein solches Mittel diese Analysen nimmer zu gehöriger Genauigkeit gebracht werden können. Zwar werden uns nach diesen Ansichten die gröſste Zahl solcher Analysen, selbst von unsern gröſsten Meistern, nur als Näherungen erscheinen, die in mehrern Fällen vielleicht nicht einmal der Richtigkeit nahe kommen; dieses ist aber der gewöhnliche Gang der menschlichen Arbeiten. Seit Bergmann's, für seine Zeit so meisterhafte Analysen der Salze sind kaum 30 Jahre verflossen, und schon können manche derselben kaum noch für Näherungen gelten. Auch die von mir mit groſser Sorgfalt und mit der gröſsten mir möglichen Genauigkeit gemachten Zahlen-Bestimmungen der Mischungs-Verhältnisse der Körper, welche ich in dieser Abhandlung bekannt gemacht habe, werden den zukünftigen Zeiten gewiſs nicht Genüge leisten, und man wird sie mit Hülfe der hier entwickelten Gesetze berichtigen und den wahren Verhältnissen näher führen. Doch habe ich das Zutrauen, daſs unsere Nachfolger mir die Unvollkommenheiten in meinen Versuchen zu Gute halten werden; wie denn auch die Chemie bei ihren gegenwärtigen Fortschritten des Vielen von Klaproth, Vauquelin und einigen an-

dern geleisteten immer noch mit der grössten Hochschätzung gedenken wird, wenn auch die mehrsten ihrer Analysen sie nicht mehr befriedigen, und zu ihren Forschungen nicht mehr ausreichen können.

4.

Wenn sich endlich mehrere verbrennliche Körper, die für uns einfach sind, mit einander vereinigen, so werden die Proportionen, nach welchen diese Verbindungen möglich sind, durch die Capacität dieser Körper für Sauerstoff bestimmt, indem die Verbindungen so vor sich gehn, dass, wenn man sie bis zu einem gewissen Grade oxydirt, der Sauerstoff, welchen der eine aufnimmt, ein Multiplum nach 1, 2, 3 etc. von dem ist, welcher von dem andern gebunden wird. So z. B. verbinden sich Schwefel, Phosphor und Arsenik mit den Metallen nach einem solchen Verhältniss, dass daraus durch Oxydirung ein Salz entsteht, oder wenigstens der Regel nach möglich ist.

Das nämliche gilt auch für andere Metall-Verbindungen, welche durch eine chemische Erscheinung, z. B. die Krystallisation, die Hitze u. s. f. von den zusammengeschmolzenen Mischungen abgesondert werden, z. B. für die krystallisirten Amalgame, die krystallisirten Legierungen, welche zuweilen beim Reinigen anderer Metalle durch Saigern gewonnen werden u. s. w. *). Wenn eine Ver-

*) Die nach fast allen Verhältnissen erfolgende Vereinigung der Metalle mit einander beim Zusammenschmelzen ist mit

bindung aus zwei Metallen, welche beide durchs Oxydiren zu Salzbasen werden, entstehet, so nehmen sie gewöhnlich beim Oxyduliren gleiche Theile Sauerstoff auf. Der Dianenbaum giebt davon ein leicht zu untersuchendes Beispiel. Wenn die Verbindung aus mehrern Metallen zusammengesetzt ist, so können die Multiplicatoren bisweilen sehr groſs seyn *).

Die Verbindungen etlicher brennbarer Körper mit Oxyden (z. B. des Schwefels, des Schwefel-Wasserstoffs, des Boracium's, des Tellur-Wasserstoffs mit Alkalien und alkalischen Erden,) gehorchen dem nämlichen Gesetze, als ob sie mit dem metallischen Radical der Alkalien oder Erden ohne Sauerstoff verbunden würden, oder als ob sie, mit Sauerstoff vereinigt, als Säuren und Oxyde mit dem Alkali oder der Erde selbst in Verbindung träten.

der Auflösung der Salze in Wasser analog; diese läſst sich in beinahe allen Verhältnissen bewirken; wenn aber das Salz krystallisirt, entsteht eine bestimmte gesetzmäſsige Verbindung des Salzes mit dem Wasser. So auch, wenn aus einer Mischung von Metallen durch Erniedrigung der Temperatur krystallinische Legierungen entstehen, von welchen man die noch flüssige Mischung abgieſsen kann, ist das Krystallisirte eine feste und bestimmte Verbindung.
Berzelius.

*) Ich habe neuerlich einige Versuche angestellt, welche diesen Gegenstand betreffen, sie sind aber noch nicht zahlreich genug, und es ist beinahe immer auſserordentlich schwierig, diese Verbindungen in einem reinen Zustande zu erhalten, weshalb ich es noch aufschiebe, diese Versuche mitzutheilen. *Berzelius.*

Wir sind in diesen wenigen Zeilen den Bau der ganzen unorganischen Natur durchlaufen, und haben gesehen, wie er sich auf einige höchst einfache Principien zurückbringen läſst. Der Sauerstoff, der einzige absolute electro-positive Körper in der ganzen Natur, ist überall der Maaſsstab, nach welchem die Verhältnisse zwischen den Bestandtheilen jeder Verbindung gemessen werden können. Auf diesen gemeinschaftlichen Maaſsstab beruht der Grund, warum zusammengesetzte Körper, wenn sie sich wechselseitig zerlegen, nie, oder doch nur höchst selten, ein Atom eines ihrer Bestandtheile in freyen Zustand versetzen, und warum z. B. die Neutralsalze einander zersetzen, ohne ihre Neutralität zu stören, warum die Schwefel-Metalle das Wasser zerlegen, ohne daſs Wasserstoff frei wird, und dergleichen mehr.

Wie sehr die Chemie durch eine solche Zurückführung auf mathematische Principien an wissenschaftlichem Werth gewinnt, brauche ich hier wohl nicht erst zu erörtern. Doch ist dieses immer nur ein sehr kleiner Schritt zur mathematischen Vervollkommnung der Wissenschaft, und es bedarf des vereinigten und kraftvollen Strebens aller Chemiker nach diesem hohen Ziel, um uns demselben allmählig näher zu bringen.

III.

Resultate aus einer Abhandlung, welche Herr *Gay-Lussac über die Verbindungen aus drei Bestandtheilen*

in der Gesellsch. zu Arcueil am 10. Febr. 1811 vorgelesen hat *).

Herr Gay-Lussac hat in dieser Abhandlung Folgendes zu beweisen gesucht:

1) Dass in den Tripelsalzen [Doppelsalzen] die Säure sich gewöhnlich in zwei *gleichen* Theilen zwischen den beiden Basen getheilt findet; dieses ist z. B. in den weinsteinsauren und in den salpetersauren Tripelsalzen der Fall, ferner in den aus

*) Diese Notiz steht in dem Februarhefte der *Annal. de Chimie*, die Abhandlung selbst wird im 3ten Bande der *Mémoires d'Arcueil* erscheinen. Aus einem Briefe, geschrieben zu Stockholm am 20sten Mai 1811, den ich in dem Junihefte dieser Annalen der Physik (B. 38, S. 127) habe abdrücken lassen, erhellt, dass Herr Berzelius damals schon die vorstehende Abhandlung vollendet hatte. Ich erhielt sie wenig Wochen später. Es ist nicht wenig interessant, zu sehn, wie zwei geistreiche Forscher, die sich auf ihrem Wege, einander unbewusst, begegnen, zu so verschiednen Ansichten geführt werden.

Gilbert.

Schwefelsäure mit Ammoniak und Magnesia, oder mit Zink und Ammoniak gebildeten Tripelsalzen, u. s. f.

2) Dass in den Tripel-Verbindungen die Bestandtheile in einem solchen Verhältnisse vorhanden sind, dass sie, je zwei und zwei vereinigt, mögliche Verbindungen geben. Wenn man z. B. das salpetersaure Ammoniak, welches aus Sauerstoff, Stickstoff und Wasserstoff besteht, in der Hitze zersetzt, so entsteht Wasser und oxydirtes Stickgas, indess von der andern Seite dieses Salz eine Verbindung zweier Körper ist, die jeder aus zwei Bestandtheilen bestehn, der Salpetersäure und des Ammoniaks.

3) Dass die vegetabilischen und thierischen Körper, welche aus drei oder vier verschiednen Bestandtheilen zusammengesetzt sind, gleichfalls mögliche oder allgemein bekannte Verbindungen zu zweien geben.

4) Dass es begreiflich wird, wie mehrere Körper, welche einerlei Bestandtheile in einerlei Verhältniss enthalten, ihrer Natur nach verschieden seyn können, wenn man annimmt, dass in ihnen Verbindungen aus zwei Elementen unter einander, oder nur mit einem der Elemente, auf verschiedene Weise verbunden sind.

5) Dass sich desto mehr zusammengesetzte Körper aus einerlei Elementen und gleichen Mengen derselben bestehend denken lassen, je mehrere der Verbindungen aus zweien dieser Elemente möglich sind.

6) Daſs, wenn Salze oder andere Verbindungen neutral ſind, obſchon ſie aus einer Säure, die Sauerſtoff in Ueberſchuſs enthält, und einer Baſis, die noch verbrennlich iſt, beſtehn, — ſich annehmen läſst, die Baſis ſättige den überſchüſſigen Sauerſtoff der Säure, und daſs daraus ein Sättigungspunkt entſtehe, der ſich ſehr dazu eigne, die Capacität der verbrennlichen Körper für Sauerſtoff zu beſtimmen. So z. B. ſind die Producte der Zerſetzung des ſalpeterſauren Ammoniaks, welches neutral iſt, in der Hitze, Waſſer, das neutral iſt, und oxydirtes Stickgas, das alſo gleichfalls neutral ſeyn muſs.

7) Daſs, wenn Salpetergas und Sauerſtoffgas ſich mit einander zu ſalpetriger Säure verbinden, ſie eine ſcheinbare Verdichtung des Volumen erleiden, die genau der Hälfte der Voluminum der beiden Gasarten gleich iſt; woraus ſich für die ſalpetrige Säure das ſpecifiſche Gewicht 2,10633 ergiebt, das der atmoſphäriſchen Luft = 1 geſetzt.

IV.

Beschreibung des ostindischen Butterbaums und Vergleichung desselben mit andern Bäumen desselben Geschlechts.

von

Will. Roxburgh, M. D. *)

Dieser Baum ist auf den Höhen von *Almorah* **) einheimisch und wird dort von den Einwohnern *Fulwah* oder *Fulwarah* genannt; Hr. Roxburgh giebt ihm den Namen *Bassia butyracea*. Er gehört in Linné's *Polyandria monogynia*, blüht im Januar, und hat im August reifen Saamen, aus dem man eine Art von fester Butter gewinnt. Der *Bassia latifolia*, welche auf der Küste Coromandel wächst, ist er so ähnlich, dass er sich von ihr nur durch die Corolle und die Staubfäden unterscheiden läſst; auch die *Bassia longifolia* und andere dieses Geschlechts haben grosse Aehnlichkeit mit dem Butterbaume.

Die gröſsten Butterbäume haben einen geraden Stamm von 5 bis 6 Fuſs Umfang. An den jungen Zweigen ist die Rinde glatt und braun mit grauen

*) Ausgezogen aus den *Asiatic Researches* Vol. 8. Gilbert.

**) Almorah ist der Sitz eines kleinen Raja, in den nördlich von Rohilkund gelegnen hindostanischen Gränzdistricten, die ehemals zur Provinz Delhi gehörten, und der Hauptort des ehemaligen Districts Lacnor oder Camau. Gilbert.

Flecken. Die Blätter find 6 bis 12 Zoll lang und 3 bis 6 Zoll breit, ganz, oval mit ftumpfer Spitze, oben glatt, unten haarig, parallel und einfach geadert, und fitzen an Blattftengeln die abwechfelnd ftehen. Die zahlreichen, grofsen, blafsgelben Blüthen hängen an Stielen rund um die Grundfläche der jungen Triebe; haben Kelche mit 4 bis 6 Einfchnitten, die von aufsen wollig und von Eifenfarbe find; eine faft cylindrifche Corolle von der Länge des Kelches, deren Rand fich in 8 längliche, ftumpfe Blättchen ausbreitet, welche länger als der röhrenförmige Theil find; 40 bis 50 Staubfäden von der Länge der Corolle, welche am Eingange derfelben in ihr eingewachfen find, mit linienförmigen Staubbeuteln, und einen Piftill, der länger als die Staubfäden ift, eine fpitze Narbe hat, und auf einen konifchen und haarigen Fruchtboden fteht, welcher 10 bis 12 Zellen jede zu 1 Korne hat, und von einem wolligen Nectarium in Geftalt eines Ringes umgeben ift. Die Frucht ift länglich, mehrentheils durch einen Ueberreft des Piftills zugefpitzt, glatt und fleifchig und enthält felten mehr als 1 bis 3 grofse Samenkörner, indem die übrigen nicht reif werden. Die länglichen Saamenkörner find mehr cylindrifch als abgeplattet, defto gröfser je weniger ihrer in einer Frucht find, glatt, hellbraun, mit einem hellern Nabelmahl auf der inneren Fläche.

Man benutzt diefen merkwürdigen Baum auf mehrfache Weife:

1) Man fchlägt aus der reifen Frucht *Oehl*, welches wie gewöhnliches Brennöhl gebraucht wird,

wenn man sich kein Cocosöhl verschaffen kann; es ist dicklicher als dieses letztere, hält sich länger, brennt aber nicht so hell, giebt jedoch weder Rauch noch übeln Geruch. Aus diesem Oele macht man in dem Lande fast alle *Saife* und es wird zu dieser Absicht eben so theuer als das Cocosöhl bezahlt. Das gemeine Volk braucht dieses Oehl statt der Schmelzbutter *(ghee)* und statt des Cocosöhls an den *Speisen* und *Saucen*; auch macht man daraus Kuchen *(sakey)*; und mit diesen Kuchen wäscht man sich den Kopf und verführt sie zu dem Ende. Endlich dient es als ein örtliches *Mittel* in der Krätze und ähnlichen Krankheiten.

2) Das Volk sammelt die Blüthen, wenn sie im May abfallen, trocknet sie an der Sonne, und dörrt sie; sie sind dann ein gutes Nahrungsmittel. Auch kocht man aus ihnen ein Gelee, das man in kleinen Kugeln verkauft. Nachtvögel, Eichhörnchen, Eidechsen, Hunde und selbst der Jackal fressen die Blüthen, und das Volk glaubt, der Jackal werde leicht toll wenn er davon zu viel gefressen habe.

3) Die Armen essen die Frucht. Ist sie noch unreif, so zieht man die Haut ab, nimmt den nicht reifen Kern heraus, kocht aus dem übrigen ein Gelee und isst dieses mit Salz und spanischem Pfeffer.

4) Man bedient sich in mehreren Krankheiten der Menschen und der Hausthiere eines Decocts der Blätter dieses Baumes, giebt auch wohl die Milch der noch grünen Frucht und der jungen Rinde ein. Die Rinde des Baums braucht man als ein Mittel in der Krätze.

5) Das Holz ist eben so hart und dauert eben so lange als das Teak-Holz, ist aber schwerer zu bearbeiten, und giebt nicht so lange Balken und Bretter, außer in Thonboden, wo der Baum bedeutend hoch wird, aber nicht so viel Aeste und Früchte als im Sandboden treibt, der ihm zuträglicher ist. Alle Sorgfalt, die der Baum bedarf, ist, daß man ihn während der 2 oder 3 ersten Tage der trocknen Jahrszeit begieße. Wegen seiner großen Nützlichkeit pflanzt man ihn in Menge auf Sandhügel, wo kein andrer Fruchtbaum fortkommen würde.

Der *Afrikanische Butterbaum* den Mungo Park *Shea* nennt, scheint nach seiner Beschreibung ein Baum derselben Art als der ostindische zu seyn. „Das Volk kocht den Kern der Frucht in Wasser und erhält so eine *Pflanzenbutter*, welche die Consistenz und das äußere Ansehen der wahren Butter hat, sie in jedem Gebrauche ersetzen kann, und nicht nur ein wichtiges Nahrungsmittel für die Einwohner ist, sondern ihnen auch die Stelle des Oehls vertritt, und daher einen wichtigen Handelszweig ausmacht. Diese Butterbäume sollen wild in den Wäldern von Bambarra wachsen, und in ihrer Gestalt der amerikanischen Eiche gleichen, so wie die Frucht (deren an der Sonne getrockneter Kern beim Kochen in Wasser die Butter hergiebt) der spanischen Olive. Der Kern ist von einem süßschmeckenden Fleisch umgeben, das von einer dünnen grünen Haut bedeckt ist, und die Butter, welche er hergiebt, ist nicht nur weißer, fester und nach meinem Geschmack, sagt Park, wohlschmeckender als die beste

thierische Butter die ich je gegessen habe, sondern hat auch den Vorzug sich ungesalzen ein ganzes Jahr lang zu halten, ohne zu verderben. Die Bereitung derselben scheint einer der vornehmsten Industriezweige in diesem Theile von Afrika, und der Handel damit bedeutend zu seyn."

Aus den gleich mitzutheilenden Nachrichten des Hrn. Gott von dem ostindischen Butterbaume erhellt, dass das Volk das, was nach dem Ausziehen des öhligen Körpers übrig bleibt, isset; es lässt sich daher nicht zweifeln, dass die Pflanzenbutter gesund sey. In verschiednen Theilen Indiens wird auch die Butter der *Bassia latifolia* und der *longifolia* allein oder mit Schmelzbutter *(ghee)* vermischt zu den Speisen gebraucht. Der Kapitän Hardwick gab mir bei seiner Rückreise nach England im J. 1803 etwas von dieser Pflanzenbutter, von der er mir mehr nicht zu sagen wusste, als den indischen Namen, und dass sie aus Almorah komme. Ich wendete mich daher an Herrn Gott, der in der Nachbarschaft wohnt, und von ihm habe ich Blätter, Blüthen und Früchte des Baumes aus verschiednen Perioden der Vegetation erhalten. Ich besitze noch die Pflanzenbutter, welche ich im Januar 1803 erhalten hatte, und noch ist sie in Geschmack und Geruch unverändert. Sie schmeckt wie Gewürznäglein, mit denen man sie wahrscheinlich vor dem Absenden parfümirt hatte. Obgleich das Thermometer jetzt auf 95° F. (28° R.) steht und seit 6 Wochen mehrmals bis über 100° F. gestiegen ist, so bleibt

diese Butter doch so fest als in England die Butter im Winter.

Folgende Nachrichten hat mir Hr. Gott überschickt: „Der Baum, der die unter dem Namen *Phulwah* bekannte Butter hervorbringt, wächst auf den Hügeln von Almorah, wo man ihm denselben Namen giebt, in dem festen Boden an dem südlichen Abhange der Höhen und ist nicht gemein. Er wird 50 Fuss hoch, und sein Stamm nimmt bis zu 6 Fuss Umfang zu. Die Rinde ist glatt und gefleckt. Im Monat August sammelt man seine Früchte ein, und zieht aus ihnen die Butter. Die Schale der Frucht ist schön kastanienbraun, glatt und zerbrechlich. Beim Oefnen derselben findet man einen Kern von der Grösse und Farbe einer Mandel. Man zerstöfst diese Mandeln zu einem feinen cremartigen Mus, und thut dieses in einen leinenen Sack, den man mit Gewichten beschwert, bis alles Oel herausgedrückt ist. Dieses Oehl nimmt sogleich die Consistenz des Schweinefettes und eine helle weisse Farbe an, und selbst wenn man es in der heissesten Jahrszeit am Feuer schmelzt, wird es beim Erkalten wieder fest. Man bedient sich desselben als Heilmittel in Rheumatismen und Gicht mit Erfolg. Die Vornehmen brauchen es, nachdem man es parfümirt hat, als Pommade.“

„Ungeachtet dieser Baum sehr ähnlich ist dem *Mawa (Bassia latifolia* oder *Madhuca)* so ist doch das Oehl, welches man aus den Früchten dieses letztern zieht, von jenem wesentlich verschieden; es ist grünlich-gelb, wird selten fest, und macht auf

Wollenzeug Flecke, wie die fetten Oehle, indefs reines Phulwah kein Fleckchen darauf zurück läfst. In der Gegend von *Cawnpoor* und *Furrukabad* macht man diefes Oehl aus Mawa in bedeutenden Menge und vermifcht es mit Schmelzbutter *(ghee)* um es zu verfpeifen.“

„Jährlich werden von der Pflanzenbutter 20 bis 30 Maunds gewonnen, und jeder *Maund* zu 14 bis 15 Ruppien verkauft. Als innerliche Arzney braucht man fie nie. Die Bauern, welche die Butter ausziehen, effen das was übrig bleibt. Ich habe feit 10 Monaten eine Menge folcher Butter, und fie hat weder ihre Farbe verändert, noch einen fchlechten Geruch angenommen.“

„Wenn diefe Butter gehörig ausgezogen ift, fo braucht fie nicht weiter gereinigt zu werden. Sonft fchmelzt man fie und filtrirt fie durch grobe Leinwand. Wenn die Butter nach Rohilkund kömmt, parfümirt man fie mit einem wefentlichen Oehle, *Uis* genannt, und vermengt fie mit etwas Maismehl um fie fchwerer zu machen.“

„Die Blüthen des Baums braucht man zu nichts. Einige effen das Fleifch der Frucht; es fchmekt füfslich und fade.

„Das Holz des Butterbaums ift weifs, zart und porös. Man macht davon im Lande keinen Gebrauch. Es ift faft eben fo leicht als das Holz des Baumwollenbaumes *Semul (Bombax heptaphyllum.“*

V.

Ein Mittel Schiffbrüchige zu retten,

von

G. Cumberland, Esq.

Seit sechs Jahren bewohne ich einsam das Vorgebirge *Weston super mare* nahe bei der Mündung der Saverne, und habe mich oft ergötzt, die Gestalt und die Wirkung der Wellen zu studiren; Gestalten, die ich für so bestimmt halte, dass sie sich mit Genauigkeit selbst von dem Bildhauer nachbilden lassen. Bei diesen Gelegenheiten habe ich oft ausgedehnte Strecken des unter dem Namen *Tang* bekannten Seegrases, dessen Asche die Pächter als Düngung brauchen, auf der Oberfläche der furchtbarsten Wellen unter mir schweben gesehen; sie bedecken das Wasser, wie ein grüner Teppich, welcher auf den sich brechenden Wellen auf und ab wogt, ohne untergetaucht zu werden, obgleich sich die Krümmungen die er an der Oberfläche annimmt, beständig verändern. Häufig kamen Vögel angeflogen, die sich darauf mit aller Sicherheit, wie auf festem Rasen setzten.

Die Ansicht dieses natürlichen Flosses, an einer Küste, die so gefährlich ist, dass Schiffe sich ihr kaum bei schwachem Winde zu nähern wagen, brachte mich sehr natürlich auf den Gedanken, ob es nicht

möglich seyn sollte, nach denselben Grundsätzen biegsame Flösse zu bauen, welche statt der Seevögel Menschen trügen. Dazu schien mir mehr nicht nöthig, als dass jeder Matrose eine Matraze von Kork besitze, die durch Taue aneinander zu befestigen wären; eine solche Art von schwimmender Insel würde sich selbst über der Brandung erhalten, und mit ihr liesse es sich überall landen.

Die Abschnitzel des Korks gelten zu Bristol nur 8 Sols, und theils dienen sie zum Verbrennen, theils zu Schanzsäcken am Bord von Corsaren. Da man nun Matrazen in den Hängematten nöthig hat, und nichts leichter ist als Kork, der sich ohne Schwierigkeit in dünne elastische Spähne schneiden läfst, so schlage ich vor die Schiffs-Matrazen mit Kork auszustopfen, und zwar mit so viel, dass sie einen Mann zu tragen vermögen. Eine gewisse Menge dieser Matrazen müsste sich mit Stricken zusammenbinden lassen, und würde dann ein sehr grosses Floss bilden, auf dem sich so viel Menschen als Matratzen sind, über Wasser erhalten könnten. Alle andere Flösse gehen auseinander, wenn sie wiederholt mit Gewalt gegen die Küste geworfen werden; Schiffer können sich auf ihnen nicht halten, denn so oft sie mit dem Vordertheile untertauchen, kommen Matrosen unter Wasser, und werden zum Theil abgespült; auch sind bei Schiffbruch ihre Trümmern häufig gefährlicher als die Felsen, gegen welche die Wellen sich brechen.

VI.

Vergrabung und Wiederausgrabung von Bergleuten zu Lüttich *).

Die Steinkohlengrube *Beaujonc* bei Lüttich wurde am 28. Febr. 1812 um 11 Uhr Mittags plötzlich unter Waſſer geſetzt. Es arbeiteten darin 126 Mann. Von ihnen fuhren beim erſten Augenblicke des Durchbruchs des Waſſers 35 Mann heraus; die übrigen 91 waren in der Grube eingeſchloſſen **). Die Dampfmaſchine und ein Paternoſterwerk (*machine à molette*), welche 100 Pferde, die mit einander abwechſeln, beſchäftigt, wurden ſogleich in dem Schachte Beaujonc in Arbeit geſetzt, und mit beiden war man ſchon am nächſten Tage des Waſſers ſo Meiſter geworden, daſs es nicht mehr zunahm. Um die Bergleute, welche ſich über dem Waſſer

*) Nach den öffentlichen Blättern. Gilbert.

**) Wahrſcheinlich waren die Waſſer aus einem alten verlaſsnen Bau plötzlich hereingebrochen, und die Arbeiter hatten ſich, als ihnen der Weg nach dem Fahrſchacht durch das Waſſer abgeſchnitten war, in die höheren Strecken herauf gerettet, und waren in ihnen über dem Waſſer in einem ſo geräumigen Bau eingeſchloſſen, daſs man für das Erſticken derſelben fürs Erſte nicht beſorgt zu ſeyn brauchte. Gilbert.

180 Meter tief unter Tage eingeschlossen befanden, zu retten, kam es hauptsächlich darauf an, sich ihnen hörbar zu machen, damit sie den Strecken, die man nach ihnen hin treiben wollte, entgegenarbeiten könnten. Man setzte diese Arbeiter in der Steinkohlengrube *Mamonster* an, fing in ihr an zu sprengen, und hatte das grosse Vergnügen, sich schon am nächsten Morgen zu vergewissern, dass man gehört worden war, und dass die vergrabenen Bergleute ihre Arbeit gegen den Schacht (*bure*) Mamonster zu trieben. Am 29sten um 6 Uhr Abends hatte man schon 12 Meter weit hineingearbeitet, und berechnete, dass man sie nach 48 Stunden würde erreichen können, da man sich eines 10 Meter langen Bergbohrers bediente, um ihnen möglichst bald Luft, und wenn es nöthig wäre, auch Lebensmittel durch das Bohrloch zuzuführen. In der Kohlengrube *Sclessin* waren vor 10 Jahren neun Mann 6 Tage und 6 Nächte lang vergraben gewesen, und hatten sich endlich doch noch durch den Luftschacht gerettet, ohne dass man ihnen von Aussen hatte zu Hülfe kommen können.

Am 1. März um 3 Uhr Nachmittags hörte man das Klopfen der eingeschlossenen Bergleute deutlich, und glaubte nur noch 25 bis 30 Meter von ihnen entfernt zu seyn. — Am 2ten fing man im Schachte Mamonster noch eine zweite Strecke an, gerade gegen sie hin zu treiben, um sichrer zu seyn, sie nicht zu verfehlen; beide Arbeiten wurden aber am 3ten wieder vereinigt, und sie betrieben die

ſtärkſten Bergleute aller Steinkohlengruben. — Am 3ten hatten die Maſchinen in 6 Stunden die Waſſer 2 Fuſs 1½ Zoll fallen gemacht. Ungeachtet nun ſchon 4 Tage verfloſſen waren, bewies doch das Klopfen der eingeſchloſſenen Bergleute, daſs ſie noch bei Kräften waren; es giebt zuverläſſige Beiſpiele, daſs Menſchen noch viel länger ohne Nahrung aushalten können *). In der Nacht auf den 4. März konnte man mit ihnen ſprechen und ihre Stimmen unterſcheiden; und um Mittag am 4ten wurde der Durchſchlag aus dem Schachte Mamonſter nach dem Schachte Beaujonc zu Stande gebracht. Das Gleichgewicht, welches ſich in dem Augenblick des Durchbrechens in der Luft wieder herſtellte, war nur von einem kleinen Knall und von keiner Entzündung begleitet **). Am Abend gelangte man glücklich zu den vergrabenen Bergleuten, hüllte jeden ſogleich in eine Decke, gab ihm eine Taſſe Fleiſchbrühe und ſehr wenig Wein, und wand ſie dann, 5 oder 6 in einem Korbe, von 4 Bergleuten begleitet, zu Tage.

*) Ein ſolches erzählte noch vor kurzem der franzöſiſche *Moniteur* Febr. 1812 von vier Schiffsleuten, welche auf einem Schiffe, das ausgegrabenen Schlamm aus dem Hafen von Cette in das Meer führen und ausladen ſollte, von einem plötzlichen Sturm ergriffen, 7 Tage lang auf der offnen See ohne Eſſen und Trinken umhergeworfen wurden, bis ein engliſches Schiff ſie aufnahm. *G.*

**) Das Waſſer, welches in dem Schachte Beaujonc bis zu einer gewiſſen Höhe ſtand, muſste nämlich die Luft in den Strecken, in welchen ſich die Bergleute befanden, ein wenig comprimiren. *G.*

Hier wurden sie in eine zweite Decke gehüllt, und sogleich der Hülfe der Aerzte übergeben.

Von den 91 Vergrabenen wurden 69 herausgewunden, und alle, selbst Kinder, deren 15 bis 18 waren, litten weder am Leben noch an der Gesundheit. Die übrigen 22 Bergleute sind, wie es scheint, theils ertrunken, theils mit dem Aufziehekorbe herunter gestürzt; ihre Leichname wurden späterhin gefunden. Dem unermüdeten Wirken des Präfekten von Lüttich, Baron von Micoud, und dem Ingenieur Migneron hat man die Rettung so vieler nützlicher Bürger und Familienväter vorzüglich zu danken. Hubert Goffin, Schachtmeister der Kohlengrube Beaujonc, der am 28. Februar hatte entfliehen können, sich aber zur Rettung seiner Unglücksgefährten aufopferte, deren Arbeiten er dirigirte, kam gleichfalls mit seinem Sohne wohlbehalten wieder hervor, und wurde vom Kaiser von Frankreich mit dem Kreuz der Ehrenlegion geziert.

VII.

Zufälle, durch 600 Zentner Quecksilber veranlasst, welche in den untersten Raum eines Schiffs gelaufen waren,

vom

Dr. Baird, Gener. Med. d. Marine *).

Gegen Ende März 1810 waren zwei spanische Schiffe an den Küsten von Cadix in einem Sturme untergegangen. Man hatte eine Menge Quecksilber in ledernen Säcken, deren jeder 50 Pfund enthielt, aus dem Schiffbruch gerettet. Das englische Kriegsschiff, der Triumph, nahm 1200 solcher Säcke, die 60000 Pfund Quecksilber enthielten und mit Salzwasser durchzogen waren, in dem folgenden Monate in sich auf; sie wurden in den für den Zwieback bestimmten Raum gebracht, aber schon nach 14 Tagen waren die nassen Säcke vermodert, und das Quecksilber lief aus ihnen aus. Man suchte das Quecksilber so gut zusammen als man konnte, es war aber vieles in Theile des Schiffs gedrungen, zu denen man keinen Zugang hatte.

In dem untersten Raume des Schiffs stand damals etwas Wasser, das einen unerträglichen Geruch hatte. Der erste Gehülfe des Zimmermanns, der sondiren wollte, wie hoch es in der Schiffspumpe stand, wäre fast erstickt worden. Das Gas, welches

*) Nicholson's *Journal of nat. philos.* No. 122. G.

aus dem verdorbenen Waſſer entweicht, ſchwärzt ſonſt alle Metalle im Schiffe; nach dieſem Unfall wurden dagegen alle Metalle mit einer Lage Queckſilber überzogen, und alle Matroſen und Officiere des Schiffs, über 200 an der Zahl, bekamen einen heftigen Speichelfluſs. Das Schiff wurde nach Gibraltar geſchickt, und völlig ausgeladen; man ſäuberte den Raum und ſchaffte alles Queckſilber, das ſich noch fand, heraus; doch blieben noch ungefähr 20000 Pfund in den untern Theilen verborgen, die man nicht anders wird fortſchaffen können, als wenn man das Schiff umlegt und die Verkleidung längs des Kiels fortnimmt. Seitdem man den Raum gereinigt und die Luft in dieſem Theile des Schiffs erneuert hat, ſind die ſchädlichen Wirkungen des Queckſilbers verſchwunden.

Das ſtinkende Gas rührte von der faulenden Zerſetzung des naſſen Leders her. Die thieriſchen Theile enthalten immer Schwefel und Phosphor, und es bildete ſich Schwefel-Waſſerſtoffgas, vielleicht auch Phosphor-Waſſerſtoffgas, deren erſtickende und tödliche Wirkungen bekännt ſind. Auch weiſs man, daſs Schwefel-Wäſſerſtoffgas die Metalle, beſonders das Silber, bis in bedeutende Entfernungen ſchwarz macht. Wahrſcheinlich kann ſich Queckſilber in der gewöhnlichen Temperatur des Schiffs mit dieſen Gasarten verflüchtigen, indem es ſich in ihnen entweder auflöſt oder ihnen mechaniſch beimengt, und dadurch entſtanden die beſondern Wirkungen in dieſem Fall.

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1812, VIERTES STUCK.

I.

Untersuchungen über die Erscheinungen und die Ursachen des Winterschlafs einiger Säugthiere,

von

Prünelle,

Prof. der Medic. zu Montpellier.

Abgekürzt und frei dargestellt von Gilbert *).

Sehr viele Thiere bringen den Winter über in einer Art von Betäubung zu, während welcher fast alle ihre Functionen aufgehoben sind. Die höch-

*) Diese Abhandlung lief bei dem französ. Institute ein, als es sich mit der Beurtheilung der Schriften beschäftigte, welche sich um den über diesen Gegenstand ausgesetzten Preis bewarben, und wurde am 28. Dec. 1807 in dem Institute vorgelesen, erscheint aber erst jetzt im Druck, in dem *Museum d'hist. natur.* t. 18. Es giebt über lebende Wesen noch wenige so genaue Versuche und Beobachtungen; die ganze Art, wie sie angestellt sind, giebt ihnen gegründete Ansprüche auf eine Stelle in den Annalen der Physik. *Gilbert.*

ſten Grade einer ſolchen Betäubung ſindet man bei den Inſekten, den Mollusken, den Schlangen und den eyerlegenden vierfüſsigen Thieren. Sie ſcheint im Verhältniſs der Intenſität der Kälte zu ſtehn. Die Arten, welche die heiſse Zone bewohnen, ſind ihr nicht unterworfen, ſondern leiden ſie erſt, wenn ſie in kältere Klimate verſetzt werden. Während dieſer Betäubung behalten ſie faſt nichts vom Thiere als die Geſtalt; die wichtigſten Functionen des Lebens ſind unterbrochen; das Athmen ſcheint aufgehoben zu ſeyn; ſie bleiben ohne Nahrung und ihr Körper verliert faſt nichts. Der Blutumlauf iſt in allen dieſen Thieren ſehr langſam, ihre Reſpirationsorgane ſind wenig entwickelt, ſie haben nur wenig Blut, und kaum überſteigt ihre Lebenswärme die Temperatur der Luft; daraus erklärt ſich, wie das Athmen, das in ihnen immer ſehr unregelmäſsig iſt, lange Zeit ganz unterbrochen ſeyn und der Magen ohne Nahrung bleiben kann, ohne daſs ſie dadurch zu leiden ſcheinen.

Keiner dieſer Umſtände findet Statt in den Fiſchen, und noch weniger in den Säugthieren, welche einen Winterſchlaf halten. Daſs auch bei den Fiſchen, welche oft 6 bis 7 Monat unter einer Fuſsdicken Eisdecke und einer eben ſo dicken Decke gefrornen Schnee's hinbringen, ein ähnlicher Zuſtand der Betäubung während des Winters eintreten muſs, fällt von ſelbſt in die Augen; denn ſonſt würde die in dem Waſſer enthaltene Luft, welche ſie in ihren Kiemen auspreſſen, unter dieſen Umſtänden zu

1 Gewichtstheil Alkohol und 4 Gew. Theile Schwefelſäure zuſammengieſst, und einer ſchwachen Wärme ausſetzt; und das Gas unterſcheidet ſich von den andern brennbaren Gasarten hauptſächlich durch die Eigenſchaft, beim Vermiſchen mit oxygenirtſalzſaurem Gas ein Oehl zu erzeugen, und daſs es mit hellerer Flamme brennt und beim Verbrennen mehr kohlenſaures Gas erzeugt, als die übrigen.

Wenn man das öhlerzeugende Gas mit ſo viel Sauerſtoffgas detonirt, als nöthig iſt, um es ganz zu verbrennen, ſo zerſprengt es die ſtärkſten Eudiometer. Hr. Berthollet wurde durch Zufälle dieſer Art verhindert, die Beſtandtheile deſſelben genau zu beſtimmen; und er verſuchte es nicht, dieſe Schwierigkeit zu überſteigen, weil die holländiſchen Chemiker gefunden hatten, daſs das öhlerzeugende Gas beim Durchtreiben durch ein glühendes Porcellainrohr ſich ausdehne, und alle Eigenſchaften desjenigen oxygenirten Kohlen-Waſſerſtoff-Gas annehme, welches aus dem Schwefel-Aether beim Durchtreiben deſſelben durch ein glühendes Porcellainrohr entſteht. Allein damals kannte man noch nicht die Methoden, dieſe Gasarten genau zu analyſiren; dieſes erfordert viel Vorſicht; beſonders muſs das öhlerzeugende Gas vollkommen trocken und frei von aller atmoſphäriſchen Luft ſeyn, wenn die Reſultate Zutrauen verdienen ſollen. Andere Verſuche machen es wahrſcheinlich, daſs ſich bei dieſer Zerſetzung des öhlerzeugenden Gas in einem glühenden Porcellainrohr Kohlenſtoff abſetzt.

1 Gewichtstheil abſoluten Alkohol mit 4 Gew. Theilen Schwefelſäure vermiſcht, deſtillirte ich, bis die weiſsen Dünſte ſchwefliger Säure ſich in Menge zu entbinden anfingen, und lieſs, um alles ſchwefligſaure Gas zu verſchlucken, das öhlerzeugende Gas durch tropfbar-flüſſiges Ammoniak durchſteigen. Barometerſtand 0,71893 Meter; Thermometer, feſtes 3,75° C.; freies im Gas 3°,75 C. Capacität des Ballons 3527,8 Kubik-Centimeter; Gewichtsunterſchied des bis auf einen Stand der Barometerprobe von 3,5 Millimeter luftleer gepumpten Ballons, und des Ballons voll völlig feuchtem öhlerzeugenden Gas 4,147; voll atmoſphär. Luft unter gleichen Umſtänden 4,21 Grammes. Daraus ergiebt ſich das ſpecif. Gewicht des völlig trocknen öhlerzeugenden Gas 0,9852, das der atmoſph. Luft 1 geſetzt. Aus directen Verſuchen finde ich, daſs 1 Litre völlig trockner atmoſphäriſcher Luft bei 12°,5 C. Wärme und 0,76 Meter Druck 1,228 Grammes wiegt. Alſo wiegt unter gleichen Umſtänden 1 Litre öhlerzeugendes Gas 1,2098 Grammes.

Die Analyſe des öhlerzeugenden Gas habe ich in dem Volta'ſchen Eudiometer über Queckſilber vorgenommen, nachdem es mir gelungen war, das Zerſpringen des Eudiometers beim Detoniren dadurch zu vermeiden, daſs ich ſehr viel mehr Sauerſtoffgas zuſetzte, als nöthig war, um das öhlerzeugende Gas vollſtändig zu verbrennen. Ich vermiſchte nämlich 100 Maaſs öhlerzeugendes Gas mit 500 Maaſs Sauerſtoffgas, das zuvor durch Kali von allem

kohlenſauren Gas befreit worden war, und 23,5 Maaſs Stickgas, alſo nur 476,5 Maaſs reines Sauerſtoffgas enthielt. Nach dem Detoniren blieb ein Gasrückſtand von 409,5 Maaſs, worin Kali 201 Maaſs kohlenſaures Gas, und Schwefel-Waſſerſtoff-Kali 184,5 Maaſs Sauerſtoffgas und 24 Maaſs Stickgas nachwieſen. Ich ſchied von dem Gasrückſtande das kohlenſaure Gas durch Kali, ſetzte dann eine kleine genau beſtimmte Menge Waſſerſtoffgas zu, und detonirte noch einmal. Dabei entſtand höchſtens 1 Procent kohlenſaures Gas; ein Zeichen, daſs alſo das öhlerzeugende Gas beim erſten Detoniren, bis auf höchſtens ein Hundertel, vollſtändig verzehrt war, und davon ſehe ich ab, da die Fehler des Verſuchs faſt bis zu dieſer Gröſse ſteigen.

In dieſen Verſuchen hatten alſo 100 Maaſs öhlerzeugendes Gas beim Verbrennen ſehr nahe 292 Maaſs Sauerſtoffgas verzehrt und damit Waſſer und 201 Maaſs kohlenſaures Gas gebildet. Bezieht man dieſe Zahlen auf das Litre, und ſubſtituirt ihnen die entſprechenden Gewichtstheile, ſo findet ſich, daſs 100 Gew. Theile trocknes öhlerzeugendes Gas beſtehn aus

Kohlenſtoff	84,78	Gew. Theilen
Waſſerſtoff	13,55	—
	98,33	—

Das Gewicht dieſer Beſtandtheile kömmt dem des ganzen Gas ſo nahe, daſs der Unterſchied aus den Fehlern des Verſuchs und ſelbſt ſchon aus der kleinen Menge nicht verbranntem öhlerzeugenden Gas entſpringen kann; und es erhellt alſo hieraus, daſs

das öhlerzeugende Gas keinen Sauerstoff enthält, sondern blos aus Kohlenstoff und Wasserstoff besteht, und daher den Namen *Kohlen-Wasserstoffgas* verdient, mit dem es zu bezeichnen ist.

Das öhlerzeugende Gas scheint in seinem Gewicht und in seiner Mischung ein wenig zu variiren, jenachdem man bei der Erzeugung desselben anders operirt. Setzt man die Destillation des Gemisches aus Alkohol und Schwefelsäure zu lange fort, so ist das Gas, welches man nach dem Abscheiden der schwefligen Säure erhält, etwas leichter, und enthält ein wenig Sauerstoff; doch hat in meinen Versuchen die Menge des Sauerstoffs nie über 4 Procent des Gewichts des brennbaren Gas betragen *). Aber auch wenn ich die Operation so geleitet hatte, dass kein Sauerstoff bei dem öhlerzeugenden Gas war, habe ich das Gewicht und das Mischungsverhältniss desselben nicht immer gleich gefunden; doch stiegen die Unterschiede nur auf 2 bis 3 Procent, und waren folglich nicht ganz unabhängig von den Beobachtungsfehlern.

In den Analysen, bei denen ich das öhlerzeugende Gas am schwersten und am Kohlenstoffreichsten gefunden habe, hatte es genau einerlei *specif. Gewicht* mit der atmosphärischen Luft; das heisst, 1 Litre völlig trocknes öhlerzeugendes Gas wog bei 0,76 Meter Druck und 12,5° C. Wärme 1,228

*) Wahrscheinlich bildet sich dann oxygenirtes Kohlen-Wasserstoffgas, welches viel leichter als öhlerzeugendes Gas ist, und zugleich mit diesem übergeht. *Gilbert.*

Grammes. — Wenn von dieſem Gas 100 Maaſs mit 500 Maaſs Sauerſtoffgas detonirt wurden, blieben 402 Maaſs Gasrückſtand, und von dieſen waren 208 Maaſs kohlenſaures Gas und 194 Maaſs Sauerſtoffgas, abgeſehn von 12 Maaſs Stickgas, die ſich beim Sauerſtoffgas befunden hatten und bis auf 1 Maaſs in dem Rückſtande wieder gefunden wurden. Folglich verzehrten in dieſem Fall 100 Maaſs öhlerzeugendes Gas 306 Maaſs Sauerſtoffgas, und bildeten damit 208 Maaſs kohlenſaures Gas. Daraus folgt, daſs das öhlerzeugende Gas in 100 Gewichtstheilen beſteht aus

Kohlenſtoff 86,43
Waſſerſtoff 14,34
100,77

Ich folgere aus allen dieſen Analyſen, daſs das öhlerzeugende Gas, wenn es gehörig bereitet worden iſt, keine merkbare Menge Sauerſtoff enthalten kann; daſs es in dieſem Zuſtande einerlei ſpecifiſches Gewicht mit der atmoſphäriſchen Luft, oder nur ein ſehr wenig geringeres hat; und daſs 1 Maaſs deſſelben beim Verbrennen ungefähr 3 Maaſs Sauerſtoffgas verzehrt, und 2 Maaſs kohlenſaures Gas bildet. Vernachläſſigt man die Bruchtheile, ſo beſtehn hiernach 100 Gewichtstheile öhlerzeugendes Gas aus

Kohlenſtoff 85 Gew. Theile
Waſſerſtoff 15 —
100

Die 15 Gewichtstheile Waſſerſtoff ſcheinen ſich ungefähr um die Hälfte ihres Volums zu condenſiren,

indem sie sich mit 85 Gewichtstheilen Kohlenstoff verbinden. Denn dann hat, der Rechnung zu Folge, das öhlerzeugende Gas, welches daraus entsteht, sehr nahe das specifische Gewicht, welches ich in meinem ersten Versuche gefunden habe *).

*) Wiegt 1 Litre trocknes öhlerzeugendes Gas bei 0,76 Druck und 12°,5 C. Wärme 1,2098 Gr., und unter denselben Umständen 1 Litre kohlensaures Gas 1,8762 und 1 Litre Wasserstoffgas 0,0906 Grammen; verzehrt ferner 1 Litre öhlerzeugendes Gas 3 Litre Sauerstoffgas beim Verbrennen, und giebt damit 2 Litre kohlensaures Gas, und enthält endlich das kohlensaure Gas 0,272 Gewichtstheile Kohlenstoff, so giebt die Berechnung für 100 Gewichtstheile öhlerzeugendes Gas

Kohlenstoff	84,35 Gew. Theile
Wasserstoff	15

Setzt man das Gewicht von 1 Litre kohlensaurem Gas, Berthollet's Bestimmung entsprechend, unter denselben Umständen 1,8809, so würde der Kohlenstoff 84,58 Gew. Theile betragen, und enthielte das kohlensaure Gas 0,273 Kohlenstoff, so wären die 85 Gew. Theile Kohlenstoff genau vorhanden. Die Data stimmen also sehr wohl mit diesem Resultate überein. *Gilbert.*

II.

Beſchreibung eines Apparats zur Analyſe der zuſammengeſetzten brennbaren Gasarten, durch langſames Verbrennen, und Anwendung deſſelben zu Verſuchen über das Gas aus Steinkohlen,

von

WILL. HENRY, D. M., Vicepräſ. der gel. Geſ. zu Mancheſter.

Frei zuſammengezogen von Gilbert *).

Die Zerlegung der aus Waſſerſtoff und Kohlenſtoff zuſammengeſetzten verbrennlichen Gasarten iſt eine der ſchwierigſten in der ganzen Chemie, und der Quellen von Irrthümern ſind dabei ſo viele, daſs wir bis jetzt hierin nur Annäherungen und Wahrſcheinlichkeiten beſitzen. Die folgenden Unterſuchungen ſollen mehr einige dieſer Schwierigkeiten wegräumen, als entſcheidende Thatſachen über die hierher gehörigen Streitfragen liefern, wozu ich nicht Zeit genug auf ſie habe wenden können.

Wenn man einen Pflanzenkörper in der Glühehitze deſtillirt, ſo gehn die Beſtandtheile deſſelben neue Verbindungen ein, unter denen mehrere Gas-

*) Nach der *Bibl. britann.* Vol. 41. und den *Philoſoph. Tranſact. of the Roy. Soc. of London* for 1809. G.

arten sind: *kohlensaures Gas* oder *gasförmiges Kohlenstoffoxyd*, *Kohlen-Wasserstoffgas*, *öhlerzeugendes Gas*, und gegen Ende des Processes auch reines *Wasserstoffgas*. Nie vielleicht erhält man hierbei eine dieser Gasarten allein und völlig rein. Das specif. Gewicht des erzeugten Gas durchläuft alle Grade, deren diese Klasse von Körpern fähig ist; und beim Verbrennen giebt es sehr verschiedene Resultate nach Verschiedenheit der Temperatur, der Zeit wenn man es aufgefangen hat, und ähnlicher Umstände. Es ist eine sehr interessante Frage, ob dieses in seinen physikalischen und chemischen Eigenschaften so verschiedne Gas eine Mengung von mehrern schon bekannten gasförmigen Verbindungen aus zwei Bestandtheilen ist, oder ob die Bestandtheile desselben sich nach unbestimmten Mischungsverhältnissen verbinden, und vielerlei dreifache Verbindungen aus Sauerstoff, Wasserstoff, und Kohlenstoff bilden können. Da hierüber bis jetzt noch nichts bewiesen ist, so wird es mir erlaubt seyn, die folgenden Versuche nach der erstern Hypothese zu erklären, welche mir die wahrscheinlichere zu seyn dünkt *).

*) Hrn. Henry waren die Untersuchungen Berthollet's und Thomson's über diese Gasarten, welche ich den Lesern in diesen *Annalen* Jahrg. 1810. N. F. B. 4. S. 300 f. mitgetheilt habe, noch nicht bekannt. Er hat diese Hypothese umständlich ausgeführt und darzuthun gesucht in einer Abhandlung, welche man in diesen *Annalen* J. 1806. B. 22. S. 58 nach meiner freien Bearbeitung findet; Hr. Berthollet nimmt auf sie in seinen Untersuchungen besonders Rücksicht und sucht sie zu widerlegen. *Gilbert.*

Man hat bis jetzt diese Gasarten blos im Volta-schen Eudiometer durch Detoniren und schnelles Verbrennen mit Sauerstoffgas über Quecksilber analysirt, und man nahm an, dafs dabei aller Kohlenstoff sich im *Maximo* oxygenire und in kohlensaures Gas, kein Theilchen desselben in gasförmiges Kohlenstoffoxyd verwandle, welches indefs vielleicht in manchen Fällen von der Wahrheit abweicht, und sich durch Wägung der verzehrten Gasarten und der Producte, die man erhält, müfste ausmachen lassen.

Die folgende Tafel enthält die Resultate dieses schnellen Verbrennens der wenigen brennbaren Gasarten, welche sich, wie es scheint, für verschiedene Arten nehmen lassen. Ich entlehne sie aus den Versuchen Cruickshank's und Dalton's.

100 Maafs	Specifisches Gewicht *)	verzehren Sauerstoffgas	geben damit kohlens. Gas	Absorption beim Detoniren
Oehlerzeugendes Gas	0,909	300 M.	200 M.	200 M.
Sumpfluft	0,600	200	100	200
Gasförm. Kohlenstoffoxyd.	0,967	45	90	56
Wasserstoffgas	0,084	50	—	154

Die Entzündlichkeit und die Helligkeit im Verbrennen der zusammengesetzten brennbaren Gasarten sind der Menge von Sauerstoff direct proportional, welche sie dabei verzehren. Das öhlerzeugende Gas verbrennt daher auf die glänzendste Art;

*) Das der atmosphärischen Luft gleich 1 gesetzt. G.

die Sumpfluft giebt noch eine ziemlich dichte Flamme; die beiden andern Gasarten sind zur Erleuchtung unbrauchbar.

Bei meinen vorigen Versuchen mit diesen Gasarten hatte ich wenig Ursache, in die Resultate solcher Analysen Zutrauen zu setzen; sie variirten aufserordentlich; in einigen Fällen schlug sich beim Detoniren Kohlenstoff nieder, ein offenbarer Beweis, dafs der Kohlenstoff nicht immer vollständig oxygenirt wurde. Es läfst sich immer nur eine kleine Gasmenge auf diese Art behandeln, und man läuft Gefahr, dafs die Glasröhren zersprengt werden, welches mir mehrmals begegnet ist. Ich suchte daher ein Verfahren auf, das von diesen Mängeln frei ist, und nach mehrmaliger Abänderung und Verbesserung bin ich bei folgendem Apparate geblieben.

Die beiden Glascylinder oder Recipienten, der gröfsere für das Sauerstoffgas bestimmte *b b*, Taf. III. Fig. 1, und der kleinere *o w*, in welchem sich das brennbare Gas befindet, stehn mit einander durch die gekrümmte Glasröhre *s s*, deren Durchmesser nicht unter $\frac{1}{10}$ Zoll betragen mufs, in Verbindung; auf dem obern Ende dieser Röhre ist ein eiserner Kopf aufgeküttet, durch den ein Loch gebohrt ist, das nicht über $\frac{1}{16}$ Zoll weit seyn darf; das andre Ende hat einen Ring, in den der Hahn *r* eingeschraubt wird. Der kleinere Recipient hat eine Messingkappe mit einem Hahn, und in seinem Boden zwei kleine Löcher *w w*, durch welche das Wasser aus dem

Bei allen den Winterschlaf haltenden Thieren bedarf es in den ersten Tagen ihres Schlafs keiner so starken Reizmittel, um sie aufzuwecken, als späterhin. In den 10 bis 12 ersten Tagen reicht blosses Schreien hin, die Murmelthiere zum Erwachen zu bringen. Nach 4 Monaten hat dieser Zustand der Betäubung in der Regel sein *Maximum* erreicht und nimmt dann allmählig bis zum Erwachen des Thiers wieder ab.

„Der Professor Mangili in Pavia beschäftigte sich, sagt Hr. Prünelle, seit langer Zeit mit Untersuchungen über den Winterschlaf der Thiere; ohne dass wir uns unsere Arbeiten mitgetheilt haben, sind wir in mehreren Punkten zusammen getroffen. Er hat seine Beobachtungen herausgegeben, und ich brauche sie daher nicht zur Unterstützung der meinigen anzuführen. Mit den vor kurzem von Hrn. Senebier bekannt gemachten Beobachtungen Spallanzani's ist es etwas anders *). „Es scheint mir, man könne überhaupt „nur wenig Zutrauen zu den Versuchen haben, „welche dieser Naturforscher ankündigt, ehe sie „von andern Beobachtern bestätigt worden sind; „eine Behauptung, welche für die auffallend seyn „wird, denen der Abt Spallanzani nicht per„sönlich bekannt war, und denen die Art unbe-

*) Hr. Cuvier hatte in seiner Geschichte der Fortschritte der physikalischen Wissenschaften seit 1789 auf die Arbeit des Hrn. Prünelle, als eine Ergänzung derer Spallanzani's und Mangili's, aufmerksam gemacht.

„kannt ist, wie er seine Versuche anstellte. Ich
„habe mich mehrere Monate lang damit beschäftigt,
„alles, was er über die Respiration der verschiednen
„Schneckenarten *(helix)* und über die Einwirkung
„sagt, welche das Thier nach dem Tode auf die
„atmosphärische Luft, selbst und durch seine Hülle,
„hat, zu wiederholen, und fast immer habe ich
„entgegengesetzte Resultate als die erhalten, welche
„er ankündigt, und dabei habe ich viel genauer
„operirt, als zu seiner Zeit möglich war."

* *

Auch der *Igel (erinaceus europaeus)* hält einen Winterschlaf, dieser ist aber nicht von sehr langer Dauer. In den Wäldern, in welchen sich Igel aufhalten, sieht man sie nicht mehr, sobald die Temperatur bis $3\frac{3}{4}$ oder $2\frac{1}{2}$ ° C. herab kömmt, und sie kommen erst mit den ersten schönen Frühlingstagen und so oft die Wärme auf 15 bis 17° steigt, zum Vorschein. Sie laufen dann unter den Bäumen umher und suchen nach Nahrung. Ihr Winterschlaf dauert also nicht ohne Unterbrechung. Auch tragen sie sich Vorrath in ihren Löchern zusammen, um ihn bei dem Wiedererwachen zu verzehren, wenn der Hunger sie verhindert heraus zu kriechen, und diesen Vorrath erneuern sie mehrmals während der Winterzeit. Thermometer in die Mundhöhle eines wachenden Igels gesteckt, steigen immer auf 35° C., stehn hier aber wegen des Athmens um $2\frac{1}{2}$° unter der wahren Lebenswärme. Zu Versuchen sind die Igel

wenig geschickt, wegen ihres zu zärtlichen Lebens. Hr. Prünelle hatte nur Einen wirklich erstarrten; er machte in einen Muskel der Brust desselben einen Einschnitt, und brachte ein Thermometer in die Wunde; es zeigte 10° C., während die Luftwärme 1¼° war. Eilf Minuten darauf fing das Thier an zu erwachen, ohne Zweifel durch den Schmerz, den die Wunde demselben machte, und das in der Wunde befindliche Thermometer stieg in 14 Minuten auf 36¼°.

Einige Tage vorher hatte Hr. Prünelle denselben Igel 4 Minuten lang unter Wasser von 10° Wärme gehalten; es waren dabei mehrere Luftblasen aus seiner Lunge entwichen, der Versuch schien ihn aber nicht angegriffen zu haben.

Er sperrte am 21. August einen wachenden Igel, mit Kastanien zur Nahrung, in einen Kasten, und liess diesen in eine Eisgrube herab, wo die Temperatur + 5° C. war. Nach 52 Stunden war der Igel munter und gesund, und hatte alle Kastanien verzehrt. — Einen andern Igel erhielt er 12 Stunden lang in einem mit einer Frostmischung von — 18¾° C. umlegten Glaspokal, in einer Temperatur von — 15°; der Igel schlief nicht ein, war nur etwas weniger munter. Die Frostmischung wurde erneuert, und nun fand sich nach 10 St. der Igel zwar ohne Bewegung, aber nicht schlafend, sondern todt.

Die *Fledermäuse (vespertilio murinus)* wickeln sich während des Winterschlafs in ihre Flügel und ihre Schwanzhaut ein; ihr Kopf ist auf die Brust ge-

ſenkt, und ſie haben die Geſtalt einer Kugel. Ihre Reſpiration ſcheint dann unmerklich zu ſeyn, die Schläge des Herzens bleiben aber beinahe noch ſichtbar; während des Wachens ſind ihrer 200, im Winterſchlafe nur 50 oder 55 in einer Minute. Jeder mechaniſche Reiz, Geräuſch oder Ammoniakdampf bringt ſie, ſelbſt aus dem tiefſten Winterſchlaf, zum Erwachen. Verſetzt man ſie in ein Zimmer von 17 bis 20° Wärme, ſo wird das Athemholen nach einigen Minuten ſichtlich, ſie erwachen allmählig, und nach einigen Stunden fliegen ſie umher. In den Kellern, Abzügen u. ſ. f., wohin die Fledermäuſe, um ihren Winterſchlaf zu halten, ſich verkriechen, iſt die Temperatur bleibend über dem Froſtpunkte. Hr. Prünelle fand in den Ruinen alter Waſſerleitungen und in den Souterrains eines Forts Fledermäuſe in Gruppen von 10 und 12 an der Decke hängend, in der vollkommenſten Erſtarrung, während andre noch eben ſo munter als im Sommer umher flogen. Die Wärme der erſtarrten variirte von 15 bis 17½°.

Herr Prünelle öffnete mit einem einzigen Schnitt die Bruſt einer erſtarrten Fledermaus, und ſetzte die Kugel eines Thermometers, das auf + 20° ſtand, in die Wunde. Es ſank ſogleich bis + 7½°, und ſtieg dann allmählig bis 38¾° C., indem der Schmerz der Wunde das Thier allmählig zum Erwachen brachte. In allen Thieren, die den Winterſchlaf halten, iſt dieſer deſto tiefer, je niedriger die Temperatur des Thieres iſt, und umgekehrt;

daher das Thermometer dieſe beiden Zuſtände zugleich anzeigt. Das Thermometer hatte unter der Achſel der ſchlafenden Fledermaus nur auf $6\frac{1}{5}°$ geſtanden, und Hr. Prünelle ſchlieſst daraus, die Wärme ſey nicht gleichförmig durch den Körper des Thiers im Winterſchlafe verbreitet.

Lebhafte Kälte erweckt die ſchlafenden Fledermäuſe. Eben ſo erwachen ſie im Luftzuge, oder wenn man einige Minuten lang mit einem Blaſebalge auf ſie bläſt. — Eine Fledermaus, die bei 7° Lebenswärme ſchlief, wurde 6 Minuten lang unter Waſſer von 7° Wärme erhalten, ohne daſs ſie erwachte, oder Schaden litt; eine zweite bei 7° Lebenswärme ſchlafende, war geſtorben, als ſie Hr. Prünelle 20 Minuten lang unter Waſſer gehalten hatte. — Er brachte eine ſchlafende Fledermaus in den Recipienten einer Luftpumpe; nach 5 Kolbenzügen breitete ſie ihre Flügel aus, und ungeachtet ſogleich die Luft wieder hinzugelaſſen wurde, ſo ſtarb ſie doch nach drei oder vier Bewegungen. — Eine Fledermaus, die ſchlafend 10 Tage lang in einem mit Kalkwaſſer geſperrten Recipienten, welcher ungefähr 1 Litre Luft enthielt, zugebracht hatte, war todt; eine zweite ſehr krank und ſtarb nach zwei Tagen.

Am 19ten Februar 1807 wurden zwei völlig betäubte Fledermäuſe gewogen, und als ſie am 12ten März erwachten, wieder gewogen. Die eine hatte 3,5, die andre 2,3 Gramme, d. i. ungefähr $\frac{1}{32}$ ihrer anfänglichen Schwere an Gewicht verloren.

Hr. **Prünelle** öffnete einer wachenden und einer schlafenden Fledermaus die Carotis; das Blut der erstern war weit röther als das der letztern.

Der Winterschlaf der *Eichelmaus (Myoxus nitela)* ist wie der des Igels unterbrochen, und noch von kürzerer Dauer. Im Herbste ist sie fett, im Frühjahr mager. Sie sammelt Wintervorrath ein, und das Bedürfniss der Nahrung erweckt sie von Zeit zu Zeit. Ist ihr Vorrath aufgezehrt, so stirbt sie in ihrem Loche, wenn sie ihn nicht erneuern kann. Das Thermometer sank in der geöffneten Brust einer schlafenden Eichelmaus auf $8\frac{1}{2}°$. Sie athmet im Schlafe ungleich, 8 bis 12 Mal in einer Minute.

Auch der *Bär* und der *Dachs* sollen, wie man ziemlich allgemein glaubt, den Winterschlaf halten. Mir scheinen sie diese Eigenschaft nicht zu besitzen. Bei dem Eintritt des Winters ist der Bär, der im Freyen lebt, ausserordentlich fett, und bringt mehrere Tage in gänzlicher Unthätigkeit zu, ohne selbst Nahrung zu nehmen. In den Alpen steigt er nie über die Region der Fichten hinauf; sein Lager hat er gewöhnlich unter einem Felsen in den dichtesten Stellen der Wälder, oder in einem hohlen Baum, in welchem er mit bewundernswürdiger Leichtigkeit herauf und herab steigt. In den Alpen sind die Bären mehrentheils während des ganzen Monats Januar nicht sichtbar; alle Jäger halten diese Zeit für die ihres Winterschlafs; schläft indess der Bär während desselben, so ist es wenigstens eine ganz andre

Art von Schlaf, als die des Murmelthiers. Denn wenn man sich dem Schlupfwirkel nähert, in welchem man ihn in Betäubung glaubt, so verläſst er ihn sogleich und entflieht. Er läuft dann zwar sehr schlecht; dieses möchte ich indeſs der Weichheit seiner Tatzen zuschreiben, an denen er unaufhörlich gesogen hat, und keinem Ueberrest von Betäubung. Ich habe nie gehört, daſs man einen Bär in Betäubung überrascht habe, obgleich ich lange Bewohner von Ländern gewesen bin, wo diese Thiere sehr gemein sind. Die gefangnen Bären halten selbst während der gröſsten Kälte keinen Winterschlaf, wie jedermann weiſs. Im Februar, wenn noch alle Berge mit Schnee bedeckt sind, steigen die Bären in die Thäler herab, um die Wurzeln der *Calla palustris* und *Angelica silvestris* und Birken- und Pappel-Knospen zu verzehren; auch findet man sie dann oft bei Ameisenhaufen, die sie begierig verschlingen. Alle diese Nahrungsmittel sind sehr erregend, und scheinen ihnen nothwendig zu seyn, um die Verdauungswege, die durch ein Fasten von mehrern Wochen geschwächt sind, zu stärken. Da die Bären sehr fett sind, wenn sie sich im Winter in ihr Lager verbergen, sich dort nicht bewegen, und wahrscheinlich den gröſsten Theil der Zeit verschlafen, auch bei ihrem dicken Pelze nur wenig durch Ausdünstung verlieren können, so läſst das Fett, womit sie dann beladen sind, ihnen eine lange Enthaltsamkeit ertragen. Ist dieses Fett verzehrt, so fühlen sie das

Bedürfniſs neuer Nahrung, und verlaſſen ihre Schlupfwinkel. Wir haben daher keinen Grund, anzunehmen, daſs ſie einen wahren Winterſchlaf halten.

Wenn es wahr iſt, was Linnée und einige andre Naturforſcher annehmen, daſs der *Dachs* einen Winterſchlaf hält, ſo gilt dieſes höchſtens für das nördliche Europa. Bei uns verläſst er im Winter ſein Loch ſo gut als im Sommer, um Nahrung zu ſuchen, und wenn Schnee liegt, ſieht man immer um ſein Loch ſeine Färthe. Gewöhnlich ſchläft dann der Dachs die Nacht und drei Viertel des Tags über, und bleibt daher ſo fett, daſs er dadurch oft am Laufen verhindert wird. Auch kann er leicht Hunger ertragen, und bleibt während der Schneezeit, wie der Bär, mehrere Tage lang ohne Nahrung. Zu St. Fargeau im Departement der Yonne war Herr Prünelle im J. 1805 am 25ſten Dec., bei — 13° C. Kälte, auf der Dachsjagd.

II.

Die Optik des Ptolemäus, verglichen mit der Euclid's, Alhazen's und Vitellio's,

von

Delambre, Secr. d. math. Kl. d. Inst.

(Vorgel. im Inst. im Oct. 1811)

Frei bearbeitet von Gilbert *).

Herr von Humboldt war durch seine Untersuchungen über die Strahlenbrechung in der Atmosphäre, welche der Leser dieser Annalen J. 1809 *N. F.* B. 1. S. 337. gefunden hat, veranlasst worden, bei den Alten nachzusehn, ob ihnen dieses Phänomen ganz unbekannt geblieben sey. Er fand zuerst in einer Stelle des Sextus Empiricus, dass sie eine der offenbarsten Folgen der astronomischen Strahlenbrechung, nämlich das frühere Aufgehn und spätere Untergehn der Sterne, bemerkt hatten. Die gewöhnliche Meinung ist, Ptolemäus Optik, worin von der astronomischen Strahlenbrechung geredet werde, sey verloren gegangen; Hr. von Humboldt fand aber in der

*) Nach der *Bibl. brit.* Nov. 1811. G.

Mécanique céleste des Hrn. La Place die Optik des Ptolemäus, nach einem lateinischen Manuscripte auf der kaiserl. Bibliothek, mit einigem Lobe erwähnt; dieses Manuscript verschaffte er sich, und wandte sich an Hrn. Delambre, als an den Sachverständigsten, mit der Bitte, dieses Manuscript genauer zu untersuchen. Auf diese Art ist die interessante Notiz entstanden, welche der Verfasser in einer der öffentlichen Sitzungen des Instituts vorgelesen hat.

Hr. Delambre berichtigt zuerst zwei Stellen in Montucla's Geschichte der Mathematik, 2te Ausgabe Th. 1. S. 312 f., in welchen „von Ptolemäus Optik, als von dem vollständigsten optischen Werke der Alten, das aber verloren sey," gesprochen, und von dem Araber Alhazen gesagt wird, „man vermuthe mit Recht, obschon er es läugne, dass er fast seine ganze Optik aus dem Ptolemäus entlehnt habe."

Hr. Delambre bemerkt hiergegen, Alhazen nenne in seinem Werke den Ptolemäus nicht ein einziges Mal. Er glaube nicht nur, Alhazen habe nichts aus Ptolemäus Optik entlehnt, sondern dieses Werk nicht einmal gekannt, und nur einige optische Grundsätze, die sich sehr wohl durch Tradition von Ptolemäus bis auf ihn können fortgepflanzt haben. Vitellio sey dagegen offenbar ein Schüler des Alhazen, denn er bekenne es selbst, obschon er es vorher geläugnet

habe; überdieſs ſey ſein Werk eine Art von Abguſs von dem des Arabers *).

Einen ziemlich guten Grund, warum die Geſtirne an dem Horizonte gröſser als in der Höhe zu ſeyn ſcheinen, weil man nämlich Gegenſtände zwiſchen ſich und ſie wahrnimmt, und ſie entfernter glaubt, ſchreibt Baco und nach ihm auch Montucla dem Ptolemäus zu. Hr. Delambre hat davon bei dem Ptolemäus nichts gefunden, wohl aber in Alhazen's Optik, mit einer nicht bedeutenden Verſchiedenheit.

Ptolemäus Optik wird weder von Ricciolus erwähnt, der alle Schriftſteller nennt, welche vor ihm von der aſtronomiſchen Strahlenbrechung geredet haben, noch von Kircher, der Vitellio's Refractions-Tafeln für Glas und Waſſer giebt; noch von Kepler, obgleich er in ſeinen *Paralipomenis in Vitellionem* Euclid, Alhazen und Vitellio widerlegt; und Bailly und La Lande ſprechen von ihr blos nach Montucla. Herr La Place ſcheint daher der einzige geweſen zu ſeyn, der ſeit Baco's Zeiten von Ptolemäus Optik etwas gewuſst hat **).

*) Alhazen, von dem man weiter nichts weiſs, ſoll im 12ten Jahrhundert gelebt, und Vitellio, aus Polen gebürtig, ſeine Optik im J. 1270 vollendet haben. G.

**) Käſtner ſagt in ſeiner Geſchichte der Mathemat. B. 2. S. 237: „Des Claudius Ptolemäus Werk von der Optik führen ſpätere Schriftſteller häufig an. Jetzt hat man es nicht mehr. Seinen Titel: Ὀπτικὴ πραγματεία, giebt aus Anführungen griechiſcher Schriftſteller Fabricius, *Bibl. Graec.* l. 4. c. 14. §. 14." *Gilbert.*

Die kaiserliche Bibliothek besitzt zwei Manuscripte der lateinischen Uebersetzung; eine dieser Handschriften ist von Hrn. Delambre unterſucht worden. Sie enthält 211 Seiten in Quarto. Auf der ersten Seite steht: *Incipit liber PTHOLEMAEI de opticis; sive de aspectibus, translatus ab Ammiraco Eugenio siculo.* Das TH ist ein Fehler des Abschreibers, welcher z. B. stets *chylindrus* schreibt. Von dem hier genannten Uebersetzer weiss man nichts. Biographen erwähnen einen Neapolitanischen Edelmann Ammirato, der im 16ten Jahrhunderte lebte, sagen aber nicht, dass er Arabisch und Mathematik verstanden habe.

Die Uebersetzung ist voller Lücken. Das erste Buch fehlt ganz, weil es in den beiden arabischen Exemplaren mangelte, die der Uebersetzer vor Augen hatte; eben so fehlt das Ende des fünften Buchs. Es fehlen ferner eine Menge Worte, welche der Abschreiber offen gelassen hat, und die oft schwer zu ergänzen sind; auch sind die Figuren und die nachweisenden Buchstaben häufig nicht dem gemäss, was in dem Texte steht. Nach Montucla besitzt die Bodlei'sche Bibliothek zu Oxford eine lateinische Uebersetzung der Optik des Ptolemäus in Manuscript, welche den Titel hat: *Ptolemaei opticorum sermones quinque, ex arabico latine versi.* Dieser Titel scheint eine Vollständigkeit zu versprechen, welche den Pariser Manuscripten fehlt *). „Man hat uns Hoffnung gemacht, sagt Hr. Delambre, eine Uebersetzung

der Optik des Ptolemäus von Herrn Caussin, dem gelehrten Uebersetzer des Ebn Junis, zu erhalten; seitdem ich aber das MS. gelesen habe, fürchte ich, die Schwierigkeiten aller Art, mit denen er zu kämpfen haben würde, werden ihn von diesem Vorsatz abbringen, es sey denn, man entdecke ein arabisches oder griechisches MS., welches bis jetzt unbekannt geblieben ist, oder das Oxforder MS. sey brauchbarer **).

*) Der unter dem Namen Regiomontan berühmte, in Nürnberg lebende Astronom des Mittelalters, welcher 1476 zu Rom starb, wollte, dem von seinem Schüler Tannstedter bekannt gemachten Verzeichnisse zu Folge, unter andern Büchern auch herausgeben folgende beide: *Perspectiva Vitellionis, opus ingens et nobile* und *Perspectiva Ptolemaei (Weidler Hist. Astron.* p. 311). In der Nürnberger Ausgabe der *Perspectiva communis* des Engländers John Peccam, Erzbischofs zu Canterbury, vom J. 1542, sagt der Herausgeber Georg Hartmann in der vorgesetzten Zuschrift (Kästner's Gesch. d. Math. B. 2. S. 264): „Regiomontan habe des Ptolemäus optische Bücher herausgeben wollen, davon sey aber nichts erschienen, und sie fänden sich nicht in R. Verlassenschaft; Ptolemäus handle seinen Gegenstand in fünf Büchern ab: 1) Licht und Sehen; 2) sichtbare Sachen, wie sie erscheinen; 3) ebne und erhabne Spiegel; 4) hohle Spiegel und Zusammensetzung von mehrern Spiegeln; 5) Strahlenbrechung; *Argumentum tanti operis habemus*, sagt Hartmann, *extat et apud nos eius fragmentum, quod tamen, quia unicum habemus exemplum, non ausi fuimus propter eius depravationem publicare.*"

Gilbert.

**) In der untersuchten Handschrift findet sich auch: Eine kleine Abhandlung von 22 Seiten *de Ponderibus*, welche dem Euclid zugeschrieben wird. Der Mangel fast aller Figuren und der diffuse und verwickelte Styl lassen es sehr bezweifeln, dass sie wirklich von Euclid herrühre; sie han-

Ptolemäus Optik ist in 5 Bücher oder Discurse (*sermones*, βιβλια) getheilt, und jedes der folgenden fängt mit einer Wiederholung dessen an, was in dem vorhergehenden enthalten ist. Aus dem Anfange des zweiten Buchs sehn wir, dafs das *erste Buch*, welches fehlt, von den Beziehungen handelt, worin das Licht und das Organ des Sehens zu einander stehn, von ihrer Aehnlichkeit und ihrer Verschiedenheit; unstreitig eine philosophische Abhandlung im Geiste des Aristoteles und der Gelehrten seiner Schule.

Die griechischen Philosophen machten sich gröfstentheils eine sehr sonderbare Vorstellung von der Art, wie das *Sehen* vor sich geht. Einige sagten, wie wir, es gingen von jedem Punkte eines leuchtenden oder erleuchteten Gegenstandes unaufhörlich Strahlen aus, und wenn diese das Auge träfen, ent-

delt von den Gewichten und den Hebeln, und ist sehr oberflächlich. Noch folgt unter demselben Titel und unter dem Namen Eratosthenes eine Art von Commentar dieser Abhandlung, welcher nichts als den Beweis enthält, dafs im Zustande des Gleichgewichts die Gewichte den Entfernungen vom Unterstützungspunkte des Hebels verkehrt proportional sind. Zuletzt findet sich noch das Buch *de crepusculis, Abhoma dii malfegeir.* Folgendes sind die hauptsächlichsten Begriffe, welche man darin findet: Die Morgendämmerung entsteht vom Lichte der Sonne, die steigt, die Abenddämmerung vom Lichte der Sonne, die sinkt; die Farbe in Osten ist weifs, in Westen röthlich. Von Anfang der Morgendämmerung bis zum Aufgehn der Sonne geht viel längere Zeit hin, als vom Untergange der Sonne bis Ende der Dämmerung. Auf Bergen und auf Ebnen fängt die Dämmerung an, wenn die Sonne 18° unter dem Horizonte ist. *Delambre.*

ſtehe die Empfindung des Sehens; eine Meinung, welche Euclid, oder der Schriftſteller, der unter ſeinem Namen geſchrieben hat, im erſten Kapitel förmlich zu widerlegen unternimmt. Die andern behaupteten, der Geſichtsſtrahl *gehe vom Auge aus* nach gerader Linie, bis er auf ein Hinderniſs ſtoſse. Wenn dieſes undurchdringlich ſey, ſo werde er zurückgeworfen, ſo daſs er einen gleichen Winkel wie zuvor mit dem Einfallslothe mache. Wenn der Körper dagegen von ihm durchdringbar, alſo durchſichtig ſey, gehe der Lichtſtrahl hindurch und nehme die Farbe dieſes Mittels an.. Träte der Geſichtsſtrahl aus einem dünnern in ein dichteres Mittel, z. B. aus Luft in Waſſer oder Glas, ſo nähere der Strahl ſich dem Lothe, neige ſich nach demſelben, und ergreife den Gegenſtand, auf den er ſtoſse, in dieſer neuen Richtung. Das Entgegengeſetzte geſchehe beim Uebergehn des Strahls aus einem dichteren in ein dünneres Mittel. Dieſe Vorſtellungen, bemerkt Herr Delambre, gehn über Ptolemäus Zeit hinaus, denn ſie finden ſich gröſstentheils ſchon bei Cleomedes, der hundert Jahr vor Ptolemäus lebte. Ptolemäus ſetzt ſie überall voraus, und ſpricht von ihnen als von einer zugegebenen Sache, die keines Beweiſes weiter bedarf. — Nach Euclid bilden die Geſichtsſtrahlen einen Kegel, deſſen Spitze im Auge und deſſen Grundfläche auf dem Gegenſtande iſt. Nach Ptolemäus ſind ſie eine Pyramide. Die Vorſtellung iſt

dieselbe; die Benennung hängt von der Figur ab, welche man der sichtbaren Grundfläche giebt.

Im *zweiten Buche* fängt Ptolemäus an, als ein Metaphysiker über das Sehen zu philosophiren. Das Gesicht lehrt uns die Körper ihrer Grösse, Farbe und Figur nach, auch die Bewegung und die Ruhe kennen, das alles aber nur mittelst etwas lichtem *(lucidum)* und mittelst etwas, das das Hindurchdringen verhindert. Die Dinge, welche man sieht, unterscheidet er in *wahre* und *nicht wahre;* die erstern sind die leuchtenden Körper; die, welche man zuerst oder später *(primo* aut *sequenter)* sieht; erstere sind die, welche Farben, die andern alle, welche keine Farben haben. Wenn diese Dinge weder Dichtigkeit noch Farben haben, lehrt das Gesicht sie uns nicht als Körper kennen. Die Dunkelheit läſst sich nicht sehn, man kennt sie blos durch Privation. Ptolemäus sucht dann geometrisch die Umstände auf, welche die Einheit der Bilder im Sehen, oder die Zweifacheit derselben beim natürlichen oder künstlichen Schielen *(strabisme)* hervorbringen. Von allem dem kömmt nichts bei Euclid vor; Alhazen aber hat diesen Gegenstand mit mehr Ordnung und auf eine andre Art behandelt.

Das, was dieses zweite Buch ferner enthält, ist eine ganz merkwürdige Mischung richtiger und sonderbarer Vorstellungen. Einige derselben mögen hier zum Beispiele stehn: „Die Grösse des Gesichtswinkels ist die Hauptursache der Grösse,

welche man einem Gegenſtande zuſchreibt: Die wahre Entfernung oder die, welche man annimmt, kann unſer Urtheil über ſie modificiren." — „Daſs Einige beſſer als Andere ſehn, kömmt von einer gröſsern Sehekraft *(vertu viſuelle)* her, welche, wie alle Fähigkeiten, bei den Greiſen kleiner iſt." — Die, welche *hohle* Augen haben, ſehn in kleineren Entfernungen, als die andern" (offenbar ein Fehler des Abſchreibers). — „Der Mond hat eine ihm eigne Farbe, welche man nur in den Mondfinſterniſſen wahrnehmen kann." Dieſelbe Behauptung findet ſich in Ptolemäus Almageſt und in Theon's Commentar. — „Die Gegenſtände, welche man durch Zurückwerfung ſieht, nehmen etwas von der Farbe des Spiegels an, ſo wie die, welche man durch ein durchſichtiges Mittel hindurch ſieht, etwas von der Farbe dieſes Mittels."

„Die Luft, in der wir uns befinden, iſt ſtärker gefärbt, als die obere Luft, wegen der Ausdünſtungen, die von der Erde aufſteigen; das Licht geht leichter durch ſie hindurch, als durch Waſſer; unſer Sehen dringt leichter durch ſie hindurch. Daher kömmt es, daſs wir den Himmel in einer Farbe zu ſehn glauben, die ihm mit den Ausdünſtungen gemein iſt. Daſſelbe findet für alle ausgedehnte Gegenſtände und in den *Flüſſigkeiten* Statt, welche wenig Dichtigkeit haben, und entfernter ſind als die Luft, in der wir uns befinden. Die groſse Dünnheit ſchwächt die Wahrnehmung derſelben, obgleich das dazwiſchen liegende Licht nicht

verhindert, dafs man fie gewahr wird, wie bei den Sternen, die man fieht, wenn das Auge fich an einem dunkeln Orte befindet, und die man neben keinem ausgedehnten Gegenftande wahrnimmt; indefs das Auge, wenn es im Hellen ift, die Sterne wegen des dazwifchen liegenden Lichtes nicht fieht.“ — „Die Sonne und der Mond fcheinen uns wegen ihrer Helligkeit nahe zu feyn, aber der Geift fieht ein, dafs der Himmel höher ift, als die andern Oerter: er macht einen falfchen Schlufs, und hält eine Sache für wahr, die blos fcheinbar ift. Er glaubt, dafs eine Sache, welche ihm die letzte zu feyn fcheint, gröfser fey, als diejenige, welche wirklich entfernter und gröfser ift.“

Das ganze *dritte Buch* befchäftigt fich mit der Wirkung der Spiegel, und man findet darin Klarheit und Dunkelheit, Wahrheit und Irrthum eben fo untereinander gemengt, als in den eben gegebenen Proben. Ganz am unrechten Orte findet fich hier folgende Erklärung, warum die Sterne am Horizonte gröfser zu feyn fcheinen, wegen der Montucla dem Ptolemäus mehr Ehre zukommen läfst, als ihm zu gebühren fcheint: „Aus dem „Vorhergehenden fcheint zu folgen, dafs von Gegenftänden, die am Himmel find und unter einerlei Winkeln gefehn werden, die dem Zenith näher ftehenden kleiner erfcheinen müffen. Die „nahe am Horizonte erfcheinen anders (d. h. gröfser), weil man fie auf eine Art fieht, an die wir „nicht gewöhnt find. Die höhern Gegenftände

„werden auf eine wenig gewöhnliche Art und mit „Schwierigkeit der Action geſchehn.“ Nach Ptolemäus liegt es alſo an der ungewohnten Stellung des Beobachters, daſs er den Mond am Zenith kleiner als am Horizonte ſieht.

Das *vierte Buch* handelt von den Hohlſpiegeln, von Spiegeln, die aus einem ebnen und einem hohlen, oder aus einem convexen und einem concaven zuſammengeſetzt ſind, und von Pyramidal-Spiegeln mit kreisförmiger oder vielſeitiger Grundfläche.

Nach dieſen vier erſten Büchern zu urtheilen, ſteht die Optik des Ptolemäus der des Alhazen, nach Hrn. Delambre, weit nach. Der Araber hat weit mehrere Materien behandelt, und iſt zwar ebenfalls nicht frei von Fehlern, war aber doch unſtreitig gelehrter und mehr Mathematiker, als Ptolemäus. Alhazen widerlegt die Theorie der Griechen vom Sehen, und iſt der Meinung, daſs die Strahlen, welche das Sehen bewirken, von den Gegenſtänden in das Auge kommen. Dieſes Organ beſchreibt er anatomiſch, und ſieht ſich dadurch in dem Stand, die Einheit des Bildes, wenn man den Gegenſtand mit beiden Augen ſieht, viel beſſer als Ptolemäus zu erklären. Ptolemäus handelt nur von drei Arten von Spiegeln, Alhazen beſchreibt ihrer ſieben. Die Aufgabe, auf einem Kugelſpiegel den Punkt der Zurückwerfung zu finden, wenn der

Ort des Auges und der des Gegenſtandes gegeben iſt, kömmt zuerſt bei ihm vor; Ptolemäus begnügt ſich, im Allgemeinen anzugeben, ob das Bild vor oder hinter dem Auge oder dem Spiegel iſt, ohne je den Ort deſſelben genau zu beſtimmen. Bei Montucla wird dieſe Aufgabe mit Unrecht dem Ptolemäus beigelegt.

Das *fünfte Buch* iſt nach Hrn. Delambre das merkwürdigſte und das am wenigſten unverſtändliche. Ptolemäus hat es darin mit den vornehmſten Erſcheinungen der Strahlenbrechung zu thun. Man findet darin, ſagt Hr. Delambre, gut angeſtellte phyſikaliſche Verſuche, welches bei den Alten ohne Beiſpiel iſt. Ptolemäus Theorie der Strahlenbrechung iſt vollſtändiger, als die aller Schriftſteller vor Caſſini, Tycho ſelbſt nicht ausgenommen, der noch glaubte, die aſtronomiſche Strahlenbrechung werde von den Dünſten in der Luft hervorgebracht, und höre auf in einer Höhe von 45°. Ptolemäus fängt mit dem bekannten Verſuch mit einer Münze an, die ſo in einem Gefäſse liegt, daſs der Rand ſie zu ſehn hindert, und die ſichtbar wird, ſobald man das Gefäſs voll Waſſer gieſst. Um die Winkelgröſse zu meſſen, um welche der Strahl gebrochen wird, bedient ſich Ptolemäus eines in 360° eingetheilten Kreiſes, den er ſenkrecht in das Waſſer ſtellt, ſo daſs der Mittelpunkt deſſelben, in welchem ein farbiges Stiftchen

(mire) befeſtigt iſt, ſich an der Oberfläche des Waſ-ſers befindet. Der Kreis hat zwei Indices, von denen der eine längs des eingetauchten, der andere längs des über dem Waſſer befindlichen Halbkreiſes beweglich iſt. Er ſtellt den erſtern in einer beliebigen Entfernung von dem ſenkrechten Durchmeſſer, und verſchiebt den letztern, bis der Geſichtsſtrahl durch beide Indices und das Stiftchen im Mittelpunkte geht. Dann ſieht er nach, wie viel Theile der Eintheilung die Bogen enthalten, welche zwiſchen dem ſenkrechten Durchmeſſer und jedem der Indices enthalten ſind. Auf dieſe Weiſe hat Ptolemäus ſeine Tafel der Brechungswinkel im Waſſer für die verſchiednen Einfallswinkel, von 10 zu 10 Graden bis 80 Grad, zu Stande gebracht. Da ſein Inſtrument nur in Grade eingetheilt war, ſo können freilich ſeine Reſultate nicht ſehr genau ſeyn. Mit demſelben Apparate läſst ſich die Brechung der Strahlen aus Glas in Luft beſtimmen; Ptolemäus giebt für alle Winkel in der Luft von 10 zu 10 Graden die ihnen entſprechenden Winkel im Glaſe. Endlich hat er auch die Brechung aus Glas in Waſſer beſtimmt. Dieſe ſeine Reſultate wird man verglichen finden.

Er wendet ſich darauf zu der *aſtronomiſchen Strahlenbrechung*, welche er der Verſchiedenheit der Dichtigkeit des Aethers und der Luft zuſchreibt. Daſs ſie vorhanden iſt, beweiſt er *erſtens* daraus, daſs die Sterne beim Auf- und Untergehn dem

Nordpole näher ſind, als wenn ſie durch die Mittagsebne gehn; und *zweitens*, daſs Sterne, die nahe um den Pol ſtehn, beim Durchgehn durch den untern Theil des Mittagskreiſes dem Pole näher zu ſeyn ſcheinen, als wenn ſie durch den obern Theil des Mittagskreiſes gehn. Alhazen, der dieſelbe Erſcheinung erwähnt, ſagt nur, der eine dieſer Abſtände ſey gröſser als der andere, bemerkt aber nicht, (wie Ptolemäus gethan hatte,) daſs der eine dieſer Abſtände kleiner, der andere gröſser als der wahre Abſtand des Sterns vom Pole iſt, woraus folgt, daſs die Strahlenbrechung ſtets die Sterne dem Zenithe näher rückt. Ueberhaupt iſt Alhazen bei der aſtronomiſchen Strahlenbrechung ſehr viel kürzer und ungenügender, als der Grieche. Was die Abnahme derſelben mit der Höhe betrifft, ſo ſagt Ptolemäus ausdrücklich, daſs je höher ein Stern ſtehe, deſto kleiner der Unterſchied zwiſchen ſeinem wahren und ſcheinbaren Stande ſey, bis dieſer Unterſchied in dem Zenith verſchwinde. Er fügt hinzu, die Höhe der Atmoſphäre, d. h. die Höhe der Oberfläche, an welcher die Brechung des Strahls vor ſich geht, ſey unbekannt; man wiſſe blos, daſs ſie unter der Sphäre des Mondes ſey.

Um die Strahlenbrechung zu erklären, beſchreibt Ptolemäus dieſelbe Figur, auf welche Caſſini ſeine ganze Theorie gegründet hat, und bedient ſich beinahe deſſelben Raiſonnements. Er nimmt, wie Caſſini, an, es müſſe irgend ein feſtes Verhältniſs zwi-

ſchen dem Einfalls-Winkel und dem Brechungs-Winkel Statt finden; weiter geht er aber nicht. Hätte er noch einen Schritt weiter gemacht, und wäre er auf den Gedanken gekommen, die doppelten Sehnen der Winkel, welche er in ſeiner Tafel giebt, mit einander zu vergleichen, ſo würde er wahrſcheinlich das feſte Verhältniſs, welches er ſuchte, und das Geſetz der Strahlenbrechung gefunden haben. Hr. Delambre hat dieſe Vergleichung für ihn gemacht, nur daſs er die halben Sehnen, d. h. die Sinus der Winkel nimmt, und ſie den Zahlen in Ptolemäus Tafel beigefügt.

Die erſte der beiden folgenden Refractions-Tafeln iſt aus Ptolemäus, die zweite aus Vitellio's Optik entlehnt.

Strahlenbrechung nach Ptolemäus.

	aus Luft in Waſſer		aus Luft in Glas		aus Waſſer in Glas	
Einfalls-Wink.	Brech. Wink.	Verhältniſs der Sinus	Brech. Wink.	Verhältniſs der Sinus	Brech. Wink.	Verhältniſs der Sinus
10°	8°	0,80143	7°	0,70179	9½°	0,95044
20	15½	0,78136	13½	0,68255	18½	0,92774
30	22½	0,76537	20½	0,70041	27	0,90798
40	28	0,73037	25	0,65748	35	0,89233
50	35	0,74875	30	0,65270	42½	0,88192
60	40½	0,74992	34½	0,65403	49½	0,87804
70	45	0,75249	38½	0,66247	56	0,88422
80	50	0,77786	42	0,67946	62	0,89657
Im Mittel		0,76736 (= ſin. 50° 7′ 3″) oder wie 4 : 3,06936		0,673[illegible] (= ſin 42° 21′ 56″) wie 3 : 2,02158		0,90190 (= ſin 64° 24′ 32″) wie 9 : 8,11710

Strahlenbrechung nach Vitellio's Optik.

Ein-falls-Wink.	aus Luft in Waſſer		aus Luft in Glas		aus Waſſer in Glas	
	Brech. Wink.	Verhältniſs der Sinus	Brech. Wink.	Verhältniſs der Sinus	Brech. Wink.	Verhältniſs der Sinus
10	$7\frac{1}{2}$°	0,77658	7	0,70178	$9\frac{1}{2}$°	0,95043
20	$15\frac{1}{2}$	0,78135	$13\frac{1}{2}$	0,68255	$18\frac{1}{2}$	0,92773
30	$22\frac{1}{2}$	0,76537	$19\frac{1}{2}$	0,66761	27	0,90798
40	29	0,75423	25	0,65748	35	0,89233
50	35	0,74875	30	0,65270	$42\frac{1}{2}$	0,88192
60	$40\frac{1}{2}$	0,74992	$34\frac{1}{2}$	0,65403	$49\frac{1}{2}$	0,87804
70	$45\frac{1}{2}$	0,75904	$38\frac{1}{2}$	0,66247	56	0,88224
80	50	0,77787	42	0,67946	62	0,89657
Im Mittel		0,76414 (= ſin 49° 49′ 50″) wie 4 : 3,05656		0,67976 (= ſin 42° 2′ 50″) wie 3 : 2,00928		0,90190 (= ſin 64° 24′ 30″) wie 9 : 8,1110

	aus Waſſer in Luft		aus Glas in Luft		aus Glas in Waſſer	
	Brech. Winkel nach Vitellio	Brech. Winkel wirklicher	Brech. Winkel nach Vitellio	Brech. Winkel wirklicher	Brech. Winkel nach Vitellio	Brech. Winkel wirklicher
10°	12° 15′	16° 37′	13° 0′	15° 2′	10° 30′	11° 6′
20	24 30	26 35	26 30	30 42	21 30	22 17
30	37 30	40 52	40 30	48 17	33 0	33 40
40	51 0	57 16	55 0	73 41	45 0	45 27
50	65 0	. .	70 0	. .	57 30	58 9
60	79 30	. .	85 50	. .	70 30	73 47
70	94 30	. .	101 30	. .	84 0	. .
80	110 0	. .	118 0	. .	98 0	. .

Die Brechungswinkel des Vitellio ſind, wie man ſieht, ſehr nahe dieſelben, als die des Ptolemäus, welches ſehr begreiflich iſt, da beide ſie nur bis auf halbe Grade beobachtet haben, weil wahrſcheinlich ihre Inſtrumente nur in ganze Grade eingetheilt waren. Was den Fall betrifft, wenn der Strahl aus einem dichteren in ein dünneres Mittel übergeht, ſo hat Vitellio den Brechungswinkel blos berechnet, und zwar, wie er ſagt, der Erfahrung zu

Folge, welche ihn gelehrt habe, daſs die Brechungswinkel dieſelben ſind, der Strahl möge aus einem dünnern durchſichtigen Mittel in ein dichteres übergehn, oder aus dieſem dichtern in das dünnere. Er ſetzt den Einfallswinkel in beiden Fällen gleich, und macht den Brechungswinkel beim Uebergange aus dem dichtern in das dünnere Mittel eben ſo viel gröſser als den Einfallswinkel, als er beim Uebergehn aus dem dünnern in das dichtere Mittel kleiner als dieſer iſt. Dieſe Regel, der zu Folge die Summe der zu einerlei Einfallswinkel gehörigen Brechungswinkel in beiden Fällen immer dem Doppelten des Einfallswinkels gleich ſeyn würden, iſt falſch, und verleitet ihn zu der Ausſage in ſeinen Tafeln, daſs zu einem Einfallswinkel von 80° von Waſſer in Luft ein Brechungswinkel von 110° gehöre, eine Paradoxie, die ihm nicht aufgefallen iſt.

Newton giebt in ſeiner Optik die Brechungs-Verhältniſſe, welche in beiden Tafeln dargeſtellt ſind, d. h. das Verhältniſs des Sinus des Einfallswinkels zu dem des Brechungswinkels, folgendermaſsen an:

Brechungsverhältniſs des gelben Lichtes von

Luft in Regenwaſſer 529 : 390 = 4 : 2,99432
Luft in gemeines Glas 31 : 20 = 3 : 1,93048
und es iſt $\frac{390}{529}$ = 0,74858 = ſin. 48° 28′ 3″
und $\frac{20}{31}$ = 0,64516 = ſin. 40° 10′ 40″

Newtons gemeines Glas war vielleicht nicht ganz von derſelben Art, als das Glas, welches Ptolemäus das reinſte Glas nennt, und womit er den Verſuch angeſtellt hat.

Zusatz. S. 376. Anm. Herr Prof. Rosenmüller hierselbst, von dem ich mir eine Erklärung der mir unverständlichen arabischen Worte *Abhoma dii malsegeir* (wie sie in der französischen Urschrift stehn) erbat, hat die Güte gehabt, mir über sie folgende Auskunft zu geben: „Diese arabischen Worte sind richtig so zu schreiben: *Abu-Homa daum-al-fegr*, das heisst, Abu-Homa über die Dauer der Morgendämmerung. *Abu-Homa* ist der Name des Verfassers, oder vielleicht nur der Anfang seines Namens, und ist der Tractat derselbe, welchen man Alhazen beilegt, so könnte wohl noch folgen *el Hazen* etc.; *daum* heisst Dauer, *fegr*, welches fedshr oder fadshr ausgesprochen wird, die Morgendämmerung, (Abenddämmerung heisst *schafak*) und *al* ist der Artikel.“

Gilbert.

III.

Ueber einige theoretische Modificationen der Daltonschen Hygrologie; und über die praktische Anwendbarkeit seiner Hygrometrie.

Von

Paul Erman,

Secr. d. phys. Kl. und Prof. d. Phys. a. d. Univ. zu Berlin.

1.

Die Gesetze des gemeinschaftlichen Daseyns mehrerer expansibeler Flüssigkeiten in einem Raume sind der Gegenstand eines Problems, welches in seiner ganzen Allgemeinheit erst jetzt die Physiker zu beschäftigen anfängt. Durch Auflösung desselben wird die Aerostatik und Aerodynamik eine beträchtliche Erweiterung gewinnen, zuvor aber muss sich noch vieles, was jetzt im Werden ist, mit solcher Bestimmtheit gestalten, dass der Mathematik das Eindringen in den chemischen Prozess gesichert wird. Ein besondrer Fall dieses allgemeinen Problems, und zwar gerade der schwierigste, hat sich indess stets, seitdem es eine Naturforschung giebt, den Physikern aufgedrungen; so ausgezeichnet sind die Züge, welche die Existenz des *Wasserdampfs* in der Atmosphäre charakterisiren. Fast jede Aen-

derung ſeines unendlich beweglichen Gleichgewichts iſt mit Aenderung des Aggregat-Zuſtandes begleitet; das Unſichtbare wird durch Trübung ſichtbar, oder umgekehrt, und das Expandirte wird tropfbarer Niederſchlag, der ſich bald wiederum expandirt. Wenn die andern Beſtandtheile des atmoſphäriſchen Gemenges ähnliche Störungen des Gleichgewichts erlitten, die mit eben ſo wahrnehmbaren Modificationen des Aggregat-Zuſtandes begleitet wären, und wenn vollends (wie beim Waſſerdampfe) das Wohl und Weh der Nationen und die Bewohnbarkeit der Erde an das ununterbrochene Schwanken dieſes Gleichgewichts gebunden wäre; ſo würde die Hygrologie und Hygrometrie ſehr bald in ihrer Allgemeinheit aufgefaſst worden ſeyn, ſtatt daſs ſie noch jetzt in den Lehrbüchern meiſtens nur als ein Anhang zur Lehre vom Waſſer eingeſchaltet zu werden pflegt.

Wie wichtig die Ueberſicht iſt, die man gewinnt, wenn man ein zu löſendes Problem in dem für den gegebenen Zuſtand des Wiſſens allgemeinſten Ausdruck aufſtellt, zeigt ſich, wie überall, ſo auch in den Geſtaltungen, welche die Hygrometrie in den letzten Jahrzehenden gewonnen hat. Zwar ſind mehrere genaue quantitative Beſtimmungen, die unentbehrlich waren, erſt in dieſer Zeit gegeben worden; dieſes iſt es aber nicht allein, was jenes Problem ſeiner Reife näher gebracht hat, ſondern eben ſo ſehr die Subſumtion der ſpeciellen Geſetze der Ausdünſtung unter die allgemeinen

der Mischung heterogener expansibler Flüssigkeiten überhaupt, gleichviel ob sie permanent oder nicht permanent elastisch sind; ein Unterschied, der hier in der That ganz unwesentlich ist, indem er sich blos auf den Grad der Temperatur bezieht, bei welchem eine gegebene Substanz sich expandirt.

Während der ersten Periode der Hygrometrie war die Frage fast ausschließend: *wie verhält sich in der Atmosphäre der expandirte Wasserdampf?* In sie gehören die Arbeiten Le Roy's, Lambert's, Saussure's, de Luc's, Mayer's, Schmidt's und andrer sehr verdienter Männer. Ich wage nicht zu bestimmen, wen einst die Annalen der Wissenschaft an die Spitze derer stellen werden, die tiefer eindringend den Gesetzen nachforschten, welche je zwei expansible Flüssigkeiten, die in denselben Raum treten, in Hinsicht auf Druck, Elasticität, Eigenschwere, absolute Temperatur, Spannung der Wärme, und in ihrer Formänderung befolgen, wobei ihre Formänderung, wenn sie deren unter gegebenen Umständen fähig sind, nur als Corollare dieser Gesetze betrachtet werden.

Auf jeden Fall spielt Dalton eine bedeutende Rolle in dieser beginnenden Periode *): seine

*) Es sey mir erlaubt, bei dieser Gelegenheit für diese *Annalen* das Verdienst zu reclamiren, zuerst die Aufmerksamkeit der Physiker auf Dalton's hygrologische Untersuchungen durch die Bearbeitung und die kritische Beleuchtung derselben in Band 15 (Jahrg. 1804) und durch die mit ihnen in Zusammenhang stehenden Arbeiten Dalton's in B. 12, 13, 14, 16, 21 (S. 377 f.) 25 und 27 gelenkt zu haben. *Gilbert.*

factischen Untersuchungen sind so mannigfaltig, so sinnreich erdacht, und von einem so imponirenden Anschein von Genauigkeit in der Ausführung, und die Schärfe seines Geistes führt ihn zu solcher Verallgemeinerung der Ansichten, daſs ein bedeutender Antheil des Impulses unstreitig von ihm ausgegangen ist; und vieles von dem, was Physiker andrer Nationen in dieser Periode über Thermologie und Hygrologie verhandelten, werden künftig die Engländer für Dalton, Leslie und Rumford eben so vindiciren, wie sie es in Hinsicht auf die erste Grundlegung der antiphlogistischen Chemie zu Gunsten von Priestley und Cavendish mit allem Recht gethan haben.

Der ganz besondre Umstand, daſs Dalton's Hauptresultat von auffallender Paradoxie war, ohne doch eigentlich neu zu seyn, trug viel dazu bei, seine Untersuchungen noch erregender zu machen. Seitdem es factisch erwiesen war, daſs im luftleeren Raume die Menge und Elasticität des Wasserdampfs genau dieselbe ist, wie unter dem Druck der Atmosphäre, kostete es vielen Naturforschern wenig Ueberwindung, dem Auflösungssystem zu entsagen: die Gründe aber, welche die Hülfshypothesen empfahlen, einer nachherigen Auflösung des bereits gebildeten Wasserdampfs durch Luft, oder einer Verwandlung des Wasserdampfs in Luft, oder einer Mitwirkung der Cohäsionskraft in den kapillaren Zwischenräumen der Lufttheilchen, wurden von vielen übersehen, wie meistens auch die etwanige

Mitwirkung der Elektricität, die allerdings wenigen Einfluſs bei der Verdampfung haben mag. So hatte alſo eine groſse Mehrheit, deren Charakter ſelten eine ſtrenge Conſequenz zu ſeyn pflegt, die Auflöſungs-Hypotheſe verlaſſen, ohne das klare Bewuſstſeyn mit hinüber zu nehmen von dem, was eine Theorie vorausſetzt und in ſich ſchlieſst, die alles auf bloſse Temperatur zurückbringt. Dieſe Folgerungen ſprach Dalton ruhig aus, und ſetzte mit muthiger Conſequenz ſeinen Weg fort durch alle abſchreckende Folgerungen einer ächten *Anti-Auflöſungs-Theorie.* Da ſtutzten beide Partheien faſt in gleichem Grade, und es galt, wie in andern Fällen, der für den Ketzer, der mit Beſtimmtheit ſich für die überſehenen Folgeſätze aus einer früher bereits ſehr verbreiteten Meinung erklärte.

Wenn der Waſſerdampf nur bei der Temperatur von 212° F. eine Expanſibilität hat, die dem Druck der Luft das Gleichgewicht halten kann, wenn demohngeachtet bei jeder niedrigeren Temperatur Waſſerdampf mit unüberwundener Expanſibilität den atmoſphäriſchen Gasarten beigemengt iſt, und wenn man ſich anderweitig bewogen findet, auf die Hülfshypotheſen mitwirkender Affinitäts- und Adhäſionskräfte Verzicht zu leiſten, ſo bleibt in der That nichts übrig, als anzunehmen, eine jede Gasart des Gemenges wirke durchaus auf keine der übrigen durch elaſtiſche Repulſion, und ſie befolge für ſich und abgeſehen von der Gegenwart

aller übrigen die Gesetze einer eigenen spezifiken Raumerfüllung: das heist, der bereits von einer Gasart eingenommene Raum ist für jede der übrigen ein leerer Raum. Erklärt ist hierdurch die Existenz des Wasserdampfes bei jedem Barometerdruck, erklärt folglich die quantitative Gleichheit desselben im luftleeren und luftvollen Raume, bei jeder Temperatur: aber wer erklärt uns den Erklärungsgrund selbst, der sowohl im atomistischen als dynamischen Systeme an Ungereimtheit zu gränzen scheint.

Was zu Gunsten seiner Ansicht sowohl nach dem einen als nach dem andern System von Dalton versucht wurde, indem er (zuerst mehr Dynamiker) die ausschliessende Repulsion jeder spezifischen Gasart mit der magnetischen vergleicht, die mitten unter vielen Repulsionen fremder Art, doch ihren eigenthümlichen Karakter rein beibehält und nur auf das Gleichartige wirkt: und indem er (späterhin ein potenziirter Atomist) durch Lage, Entfernung und Dimension der Dampf- und Gasmolekulen und ihrer umgebenden Thermosphären das Paradoxe seiner Annahme zu bemänteln sucht: dieses alles, so wie auch dasjenige, was gegen ihn in demselben Sinne a priori demonstrirt wurde, kommt auf jeden Fall zu früh, wenn es nicht gar überhaupt die Untersuchung in ein Feld spielt, das für uns ewig verschlossen und dunkel bleiben wird.

2.

Frucht-bringender und im ächten Sinne physikalischer Forschungen waren die Einwendungen die Tralles, Berthollet, Thomson, Murray, William Henry, Gough und Fischer gegen Daltons Verdunstungslehre, von ihrer Inkohärenz mit bereits erwiesenen Naturgesetzen, oder ohnstreitigen Thatsachen entlehnten.

Herr Tralles schließt einen trefflichen Entwurf der Mechanik gemengter Gasarten *) mit dem Beweise, daſs Dalton's Annahme mehrerer von einander durchaus unabhängiger Atmosphären sich nicht mit der Theorie der Barometermessung in Uebereinstimmung bringen lasse: bemerkt jedoch, daſs die frühern, die uns bis jetzt zugänglich waren, nicht beträchtlich genug sind, um die Abweichung in irgend einer reellen Beobachtung sehr bedeutend zu geben. Die zweite Einwendung hingegen wird bereits durch eine sehr bestimmte Thatsache bekräftigt. Herr Tralles beweist, daſs wenn nach Daltons Theorie die Stickstoffatmosphäre wirklich eine ganz andere progressive Abnahme in ihren Dichtigkeiten hätte, als die Sauerstoffatmosphäre, es unmöglich seyn würde, daſs in den bereits erreichten Höhen die eudiometrische Constitution des atmosphärischen Gemenges noch die völlige Gleichförmigkeit zeigen könnte, die man doch gefunden hat.

*) Diese Annalen B. 27. S. 400.

Noch ist mir nicht bekannt, dass Dalton seinen Scharfsinn aufgeboten habe, um seine Theorie diesen gefährlichen Klippen vorbei zu steuern. Mit den übrigen Einwendungen hingegen hat er es versucht, und zwar vorzüglich im ersten Bande seines *New System of chemical philosophy. 2 Voll. Manchester* 1808. Da dieses sehr merkwürdige Werk, als englündisches Produkt für uns auch leider den Werth der Seltenheit hat, erlaube ich mir einige Momente des polemischen Inhalts auszuheben, um so mehr, da viele von diesen den eigenthümlichen Gegenstand, zu dem sich dieser Aufsatz sogleich wenden wird, sehr nahe angehen.

A. Berthollet. Wenn eine Gasart bloss in die als leer zu betrachtenden Zwischenräume einer andern eindränge, so könnte unmöglich der Dampf des Wassers oder der Naphta das Volum der Luft, der man diese Dämpfe beimengt, vergrössern: und doch findet diese Vergrösserung statt. Nach Daltons Theorie müsste vermehrte Feuchtigkeit die spezifische Schwere der Luft vermehren; und schon Newton wusste, dass sie sich vermindert.

a. Dalton. Ein Volum von trockner Luft sey in einem Cylinder über Quecksilber gesperrt; man lasse nun etwas Wasser oder Naphta darin verdunsten, so fällt das Quecksilber, weil es nunmehr den Druck der trocknen Luft + dem des Dampfes trägt, und folglich fallen muss. In der freyen Atmosphäre ist der Verlauf dieser: Man denke sie sich vollkommen trocken, das heisst, bestehend nur aus der

Stickgasatmoſphäre (=23 engl. Zoll Queckſilberdruck) und aus der Sauerſtoffatmoſphäre. Die Ausdünſtung wird anfänglich ſehr lebhaft vor ſich gehen. Der bereits beſtandene Dampf, ſtets durch den neu entſtehenden herauf gedrängt, ſteigt aufwärts; und da ihm die Luft hierbei durch die Trägheit ein Hinderniſs darbietet, ſo wird der Druck der Luft nach unten um ſo viel vermindert, buchſtäblich *aufgehoben;* folglich muſs dieſe ſich mehr ausdehnen. Sobald aber aller Dampf, der bei der gegebenen Temperatur unter dem nunmehrigen Druck der Dampfatmoſphäre beſtehen kann, ſich gebildet hat, ſo hat auch die Dampfatmoſphäre ihr Gleichgewicht erreicht; ſie wirkt nicht weiter auf die Luftatmoſphäre, und laſtet blos auf die Erdfläche; und alsdann kehren die Stickgas- und Sauerſtoffgasatmoſphären zu ihrer primitiven Dichtigkeit und Druck (Spannung) zurück. Für dieſen Fall iſt es allerdings wahr, daſs der hinzugekommene Dampf das Volumen der Luftatmoſphäre nicht vermehrt. Feuchtigkeit würde bloſs das abſolute Gewicht der geſammten Atmoſphäre vermehren; ihr ſpecifiſches Gewicht hingegen bei einem gegebenen Drucke vermindern.

B. Berthollet. Giebt es in der ganzen Phyſik irgend eine Analogie für die Dalton'ſche Annahme? iſt es denkbar, daſs eine elaſtiſche Subſtanz zu dem Volum einer andern hinzukomme, ohne auf ſie durch Expanſivkraft zu wirken?

b. Dalton. Zwey Magnete wirken auf einander durch Expansivkräfte; auf jeden andern Körper nur als unelastische Massen. Ihre Molekulen würden dasselbe thun. — So können sich auch die homogenen Molekulen einer Gasart unter sich elastisch zurückstoſsen, während sie auf jeden andern Körper nur unelastisch wirken, das heiſst **gar nicht** auſser der Berührung.

C. Berthollet. Die Kraft, welche unter gewissen Umständen Wasserstoffgas und Sauerstoffgas zu Wasser, Stickgas und Sauerstoffgas zu Salpetersäure vereint, entsteht doch nicht erst in dem Moment, wo die Wirkung erfolgt; sie war schon früher vorhanden und wuchs allmählig bis sie überwiegend wurde.

c. Dalton. Allerdings wirken in der Natur Anziehungs- und Abstoſsungskräfte meistens (wo nicht immer) gleichzeitig; der Karakter der Phänomene richtet sich aber nach dem Vorwalten einer oder der andern Kraft. In den Gasarten, so lange sie sich nicht chemisch vereinen, ist die Repulsivkraft so vorwaltend, daſs die anziehenden als verschwindend und unendlich klein zu betrachten sind, bis durch anderweitige Einwirkungen diese wieder das Uebergewicht bekommen, wobei aber sogleich der Aggregatzustand sich ändert.

D. Berthollet. Ein Gemenge von Stickgas und Sauerstoffgas verhält sich bei Veränderungen der Temperaturen und des Drucks gerade wie eine homogene Gasart; es ist folglich kein Grund vor-

handen, eine ſo groſse Verſchiedenheit in den Urſachen anzunehmen, die durch nichts angedeutet wird.

d. Dalton. Wenn ein Gemenge von atmoſphäriſcher Luft, enthaltend Stickgas von 24 und Sauerſtoffgas von 6 Zoll Queckſilberhöhe Spannung in die Hälfte des Raums, den es eingenommen hatte, zuſammengepreſst wird, ſo widerſteht nunmehr das Stickgas mit einer Kraft von 48, das Sauerſtoffgas mit 12; zuſammen 60, gerade ſo wie bei irgend einer homogenen Gasart. Daſſelbe muſs ſtatt finden in den Veränderungen, welche die Temperatur zur Bedingung haben. Es iſt aber eine groſse Frage ob die Auflöſungstheorie dieſen Fall eben ſo ungezwungen zu erklären vermag.

E. Berthollet. Lavoiſiers Anſicht iſt *haltbar*, daſs ohne den Druck der Atmoſphäre keine tropſbare Flüſſigkeit, als ſolche beſtehen kann, indem der Wärmeſtoff ihre Theilchen ins unendliche von einander entfernen würde, wenn nicht die Gegenkraft der Schwere ſie zu einer Atmoſphäre verſammelte.

e. Dalton. Allerdings würde die Schwere den expandirten Waſſerdampf in eine Atmoſphäre, ähnlich der, die wir jetzt beſitzen, verſammeln; vorausgeſetzt aber, der Druck dieſes Waſſerdampſes ſey =30″ Queckſilberdruck, wie könnte ſie beſtehen bei der mittlern Temperatur? In kurzer Zeit würde ein bedeutender Antheil derſelben ſich wieder zu li-

quidem Waſſer verdichten, und der expandirt bleibende Rückſtand von etwa ½ Zoll Druck, würde der fernern Ausdünſtung Gränzen ſetzen, bis ſich etwa die Temperatur änderte. So wie liquides Waſſer im Torricelliſchen Raume beharrt, ohne daſs eine Mitwirkung des atmoſphäriſchen Drucks dazu erforderlich iſt, eben ſo würde es in Lavoiſier's Vorausſetzung der vernichteten Atmoſphäre auch im freyen Raume geſchehen.

Ferner findet Dalton einen Widerſpruch darin, daſs Berthollet in der nächſt folgenden Stelle andererſeits behauptet, die Exiſtenz der Atmoſphäre bedinge eine quantitative gröſsere Ausdünſtung als der leere Raum; ſo daſs die von der Feuchtigkeit der Atmoſphäre herrührenden Variationen des Barometers beträchtlicher ſeyn müſsten, als ſie Sauſſure und de Luc annehmen.

Der Einwurf, den Berthollet von der Langſamkeit, mit welcher heterogene Gasarten ſich vermengen, entlehnt, iſt von allen Gegnern dieſer Ausdünſtungstheorie urgirt worden; daher kömmt Dalton auf ihn erſt ſpäter.

Ich wende mich nun zu ſeiner *Beantwortung der Einwendungen engliſcher Phyſiker.**) Der Ton der Polemik ändert ſich hier merklich; bis hieher zeichnet er ſich in Bezug auf den Verfaſſ. der *Statique Chimique* durch hämiſche ungebührliche Virulenz

*) Schon einmal iſt von dieſen polemiſchen Verhandlungen in dieſen Annalen die Rede geweſen: S. Bemerkungen für und wider Dalton's neue Theorie etc. Bd. 21. S. 377. f. *G.*

aus, welche um ſo mehr auffällt, da der ehrwürdige Berthollet bei ſeinem Angriffe der Lehre Dalton's die Milde ſeines Karakters ſo trefflich bewährte.

A. Murray's *Einwürfe* ſtehn in deſſen *Syſtem of Chemiſtry*, welches vor einigen Jahren zu Edinburg erſchienen iſt: Zwiſchen Gasarten die *unter gewiſſen Umſtänden* ſich vereinen, muſs ſchon bei der Vermengung in jedem Fall eine Anziehung ſtatt finden. Giebt Dalton zu.

Murray. Bei der Vermengung heterogener Gasarten kann allerdings die durch den Wärmeſtoff bedingte wechſelſeitige Entfernung der Theilchen das chemiſche Vereinen verhindern, aber die Anziehung kann doch noch hinreichen, um die weitere Entfernung der Theilchen zu beſchränken; das heiſst, die gemengten Gasarten haften an einander mit derſelben Art von Kraft, wie ſo viele andere Körper bei der wechſelſeitigen Berührung der Oberflächen.

Dalton. Dieſes müſste nothwendig auch auf die Theilchen homogener Gasarten ausgedehnt werden, vorzüglich auf den Dampf, deſſen Theilchen unter gegebenen Umſtänden ſich vereinen. Kann man aber behaupten, die Theilchen des Dampfes ſeyen durch irgend eine anziehende Kraft zuſammen gehalten? Die Phänomene ſind dagegen, eben wie bei einer gleichen Anzahl Theilchen des expandirten Sauerſtoffgas. Wenn alſo gleich unſtreitig in jedem erdenklichen Fall die Theilchen jeder Materie eine wechſelſeitige Anzie-

hung ausüben, so kann doch in besondern Fällen ein Zustand eintreten, wo Repulsion der ausschliessend vorwaltende Charakter wird, und diess ist der Fall bei den expansibeln Flüssigkeiten.

Murray nennt mit Berthollet diese Anziehungskraft der Gasarten unter sich *eine schwache unbeträchtliche* Kraft (*slight action, weak reciprocal action*).

Dalton bemerkt hiergegen, dass sie, wenn sie der Trennung expandirter Flüssigkeiten ein Hinderniss darbieten soll, vielmehr ungemein stark seyn müsse. Bei Wasserdampf von 212° müsste die Anziehungskraft der Theilchen unter sich, (um die Repulsion beschränken zu können) gleich seyn dem Gewichte einer Wassersäule von 4896 Fuss Höhe; so hoch giebt nämlich Dalton an einer andern Stelle den Ueberschuss der Repulsion im Wasserdampfe von dieser Temperatur an. Sein Schluss ist dieser: die Dichtigkeit des Dampfes ist $\frac{1}{1728}$ des Wassers; folglich hat jedes Theilchen des Dampfes einen 12mal so grossen Durchmesser als ein Wassertheilchen, übt folglich seinen Druck auf 144 Theilchen in der Wasserfläche. Auf jedes dieser Theilchen ist dieser Druck gleich einer Wassersäule von 34 engl. Fuss Höhe. Also ist die überschüssige elastische Kraft gleich $34 \times 144 = 4896$ Fuss.

Dalton bemerkt ausserdem, wie auffallend es in der Auflösungstheorie sey, dass Gasarten, die fähig sind unter gewissen Umständen sich chemisch zu vereinen, (wie Sauerstoffgas und Stickgas), und

Gasarten welche diese Eigenschaft nicht haben, (wie Wasserstoffgas und kohlensaures Gas) sich doch mit gleicher Leichtigkeit wechselseitig auflösen sollen: ja man könnte sagen, die Kraft sey sogar größer wenn Wasserstoffgas, das 20mal schwerere kohlensaure Gas vom Boden eines Cylinders bis zu den obersten Theilen desselben heraufzieht und daselbst vertheilt erhält.

B. Gough's Einwendungen stehen, aus *Nicholson's Journal* entlehnt in diesen Annalen, Band 21. Seite 380 und 405. Gough. Wenn die Atmosphäre aus zwei mechanisch gemengten aber dynamisch isolirten Atmosphären von Sauerstoffgas und Stickgas bestünde, so müsste jeder entfernte Schall doppelt gehört werden, je nachdem er sich in jeder verschiedentlich fortpflanzt. Diese Einwendung ist individuel charakteristisch, da Gough das Unglück hat das Organ des Gesichts zu entbehren.

Dalton. Wenn der Schall sich in der Stickgasatmosphäre fortpflanzt mit einer Geschwindigkeit von 1000 Fuss in der Sekunde, so kommen nach angestellter Berechnung für die gesammten sich durchdringenden Atmosphären folgende Geschwindigkeiten des Schalls heraus.

Für die Stickgasatmosphäre	1000
die Sauerstoffgasatmosphäre	930
die des kohlensauren Gas	804
die des Wasserdampfs	1174 Fuss.

Daraus folgt nun, dass ein lauter und starker Schall aus der Entfernung von 13 engl. Meilen gehört, zuerst

nach 59 Secunden einen schwachen Eindruck aufs Gehör machen werde, vermittelst der Wasserdampf-atmosphäre; dann einen zweiten und zwar den stärksten von allen durch die Stickgasatmosphäre nach 68½ Secunden; darauf den dritten durch die Sauerstoffgas-Atmosphäre nach 74 Secunden; und endlich einen Vierten, von allen den schwächsten, durch die Atmosphäre des kohlensauern Gas nach 85 Secunden.

Nun hat Derham in seinen zahlreichen Beobachtungen gefunden, dass ein Kanonenschuss in dieser Entfernung von 13 engl. Meilen, nie einfach gehört wird, sondern in 3 bis 6 auf einander folgenden Pulsen. Die zwey erstern sind stärker als der dritte; der letzte ist der stärkste von allen. Diess kann man nicht füglich, wie Cavallo thut, vom blossen Wiederhall ableiten; denn das Phänomen ist constant; zu Lande und zur See und unter allen Umständen dasselbe. In einer Entfernung von 10 bis 20 engl. Meilen verwandelt sich stets das krachend brüllende Geräusch des Geschützes, dem kein musikalischer Ton durchaus entspricht, in einen musikalisch vergleichbaren Basston, der im Piano beginnend, allmählich zum Forte anschwellt, und wiederum in Piano übergeht um langsam zu verhallen. Diese Erscheinung, so wie die sehr ähnlichen beim entfernten Schall des Donners, stimmt mit der Theorie der sich unabhängig von einander durchdringenden Atmosphären, so gut wie man es bei dergleichen Gegenständen erwarten kann.

Thomfon ftellt in feinen *Elements of Chemiftry* der Daltonfchen Hypothefe drei Gründe entgegen: 1) Es vergeht eine bedeutende Zeit ehe zwei in der Berührung fich felbft überlaffene heterogene Gasarten fich mengen, was nicht feyn follte, wenn eine für die andere ein leerer Raum wäre. — 2) Wenn die Molekulen je zwei heterogener Gasarten wirklich in Beziehung auf einander unelaftifch wären, fo müfste bei diefem Mangel an Repulfivkraft ein Theilchen Sauerftoff fogleich Waffer bilden, wenn es mit einem Theilchen Wafferftoff in Berührung kömmt. Der Verfuch bei der Vermengung des Sauerftoffgas mit Salpetergas würde hierin der Daltonfchen Anficht günftig feyn. — 3) Der Umftand, dafs gewiffe chemifche Vereinigungen fo ungemein leicht gelingen, wenn eine der beiden Gasarten nur fo eben im Entftehen begriffen ift, (nun eben den elaftifchen Zuftand annehmen will,) fcheint ebenfalls der Hypothefe zu widerfprechen, dafs die bereits gebildeten Gasarten keine wechfelfeitige Repulfion auf einander ausüben.

Diefe drei Einwendungen find, nach Dalton's eigenem Geftändnifs, nicht ganz leicht zu beantworten; die zwei letzten haben ihn fogar vorzüglich bewogen, feine Theorie bedeutend zu modificiren.

Was die *erfte* betrifft, die bereits Berthollet und faft alle Gegner Dalton's zur Sprache gebracht hatten, fo find uns Dalton's frühere Verfuche, fie zu heben, längft bekannt. Die Urfache

der Langſamkeit bei der Vermengung ſucht er lediglich im Widerſtande des Mittels und der ungemein geringen Maſſe der Gas-Molekulen. Da der Widerſtand ein Maximum iſt, wenn die Theilung ein Maximum geworden, ſo kann ſelbſt Blei, wenn wir es uns als unendlich fein zertheilt denken, in der Luft durch ſeine Schwere fallend, ein Bild des Widerſtandes abgeben, den die Diffuſion der Gas-Molekulen in dem durch ein Gas bereits eingenommenen Raume erleidet, und keiner wird ſagen, es herrſche zwiſchen Luft und Blei eine wechſelſeitige elaſtiſche Wirkung.

Es iſt uns nicht entgangen, daſs die andern zwei Einwendungen Thomſon's ſich darauf beziehen, daſs Dalton in den bisherigen Darſtellungen ſeiner Theorie die Molekulen der Gasarten als unelaſtiſche Raumerfüllungs-Punkte oder Atome betrachtete, die mit urſprünglichen Kräften begabt wären, ähnlich den magnetiſchen, und eben ſo wie dieſe elektiv wirkend, jede nur auf das ihnen gleichartige. Der ſubjective Grund dieſer beiden dynamiſchen Annahmen iſt leicht einzuſehen. Wäre der Wärmeſtoff der Grund der Repulſion, ſo lieſse ſich nicht einſehen, warum die Thermoſphäre eines Theilchens Sauerſtoff nicht eben ſo gut auf ein Waſſerſtofftheilchen repellirend wirken ſollte, als auf ein gleichartiges Sauerſtofftheilchen, vorzüglich wenn beide gleiche Dimenſionen hätten.

Jetzt aber findet ſich Dalton bewogen, dieſe dynamiſche Anſicht aufzugeben. Er giebt zu, der

Wärmeſtoff ſey das einzige repellirende Princip bei allen Gasarten, ſowohl im reinen als im gemengten Zuſtande, wagt es aber, die nach wie vor *behauptete ausſchlieſsend elektive* Repulſion der homogenen Gasarten unter ſich, lediglich von der verſchiedenen ſpecifiſchen Dimenſion ihrer Theilchen abzuleiten. Darunter verſteht er aber nicht blos den *Kern*, ſondern auch die ihn umgebende und dazu gehörige Thermoſphäre. Als Dalton ſeine Theorie zuerſt bildete, ging er von der natürlichen, aber doch nicht factiſch erwieſenen Annahme aus, die Molekulen aller Gasarten ſeyen von *gleicher* Dimenſion; oder, falls dieſes nicht wäre, hielt er es doch für unmöglich, etwas über den etwanigen Unterſchied factiſch feſtzuſetzen. Neuere Unterſuchungen haben ihn auf folgenden Satz geführt: *Die Molekulen jeder eigenthümlichen Gasart ſind rund und von gleicher Dimenſion unter ſich; jede ſpecifiſch verſchiedene Gasart hat ſie aber von verſchiedener Dimenſion unter gleichem Drucke und bei gleicher Temperatur.*

In dem *new Syſtem of chemical philoſophy* wird dieſes Reſultat nicht ausführlicher angegeben, und der daraus gefolgerte Mechanismus der gemengten Gasarten wird ebenfalls kaum angedeutet, indem Dalton auf den erſten Band der *Mancheſter Memoirs new Series* S. 284 zurückweiſt, der uns nicht zu Geſicht gekommen iſt *).

*) Die drei hierher gehörigen Abhandlungen Dalton's aus dem erſten Bande der Neuen Folge der *Memoirs of the*

Der Weg, auf welchem er zur Schätzung der verschiednen Dimensionen der Molekulen gelangt seyn will, ist folgendem Schlusse analog. Wenn ein Gemenge von 1 Maas Stickgas und 1 Maas Sauerstoffgas augenblicklich vereint werden könnten, so würden sie beinahe genau zwei Maas Salpetergas geben, die Anzahl der Molekulen des Salpetergas kann aber nach der Vereinigung höchstens nur die Hälfte seyn von der Summe der Theilchen, welche die beiden Gasarten früher hatten. Aus ähnlichen Betrachtungen folgert er, dass weder bei gleichem Volum noch bei gleichem Gewicht je zwei verschiedne Gasarten dieselbe Anzahl von Theilchen haben, das heisst, die Theilchen jeder specifisch verschiednen haben verschiedene Dimensionen.

Bei einer ungemengten homogenen Gasart lagern sich die globularen Theilchen in horizontalen Stratis; je vier Theilchen bilden ein Quadrat; in der folgenden Schicht ruht jedes Theilchen auf vieren

litter. and philos. Soc. of Manchester, auf welche Dalton sich hier beruft, habe ich den Lesern dieser *Annalen* schon vor einigen Jahren mitgetheilt; nämlich: *Ueber das Verhältniss, wonach die elastischen Flüssigkeiten, welche die Atmosphäre bilden, in ihr vorhanden sind* (J. 1807. St. 12, od. B. 27. S. 369.); *Ueber das Bestreben der elastischen Flüssigkeiten, sich durch einander zu verbreiten* (das. S. 388.); und *Ueber die Absorption der Gasarten durch Wasser* (J. 1808. B. 28. S. 397). In letzterer findet man am Ende seiner Theorie S. 412. das Verhältniss der Gewichte der *kleinsten Theilchen* von gasförmigen und andern Körpern angegeben. *Gilbert.*

der untern Schicht; die Berührungspunkte mit diesen ſind um 45° erhaben über die Fläche, die durch die Mittelpunkte der vier untern Theilchen gelegt wird; *daher* iſt die Gleichförmigkeit des Drucks nach allen Seiten herzuleiten. Wenn nun in einem Gefäſse ein Maas einer heterogenen Gasart hinzugemengt wird, dann kömmt eine Fläche, beſtehend aus globularen Theilchen von irgend einer Dimenſion, mit einer Fläche, beſtehend aus Theilchen von einer andern Dimenſion, in Berührung; die Berührungspunkte der heterogenen Theile bilden nunmehr ganz verſchiedene Winkel, welche von 40° bis 90° abweichen können; dadurch wird das Gleichgewicht des Drucks geſtört, und es entſteht eine innere Bewegung, welche die Theilchen des einen Gas zwiſchen die des andern eindringen macht, und ſo von Schicht zu Schicht, bis in dem verſchloſſenen Gefäſse die Theilchen an die Flächen des Gefäſses gelangen, gegen welche ſie ſich ſtützen; und dann iſt Gleichgewicht da, wenn die heterogenen Theilchen gleichförmig durcheinander vermengt ſind. In der freien Atmoſphäre hingegen kann das Gleichgewicht nicht eher Statt finden, als bis die Theilchen zu einer Höhe geſtiegen ſind, wo ſie durch ihre eigne Schwere zurückgehalten werden, das heiſst, bis ſie eine eigene Atmoſphäre conſtituiren.

Dieſe Darſtellung, die ich mit möglichſter Treue übertrage, iſt im angeführten Werke von ſo unbefriedigender Kürze, daſs ich frei geſtehen muſs,

nicht einmal einsehn zu können, wie Dalton noch befugt sey zu behaupten, die *Diffusion der heterogenen Gasarten rühre blos her von der Repulsion der homogenen Theile;* denn entweder ist hier gar keine elastische Repulsion im Spiele, oder sie rührt gleichmäßig her von den Theilchen der heterogenen Gasarten unter sich. Noch viel weniger gelangt man durch Dalton zu einer klaren Einsicht in das Detail der neuen Hülfshypothese.

Auf jeden Fall verliert eine Theorie alles Einladende, wenn sie zu einer so wilden und willkührlichen Atomistik, aus der sich alles machen läßt, ihre Zuflucht nehmen muß; und diese neuen Gestaltungen scheinen mir ganz geeignet zu seyn, für Deutschland die letzte Periode des glänzenden Meteors herbeizuführen.

3.

Doch, Dalton's Hygrologie mag fallen, oder durch eine Reihe anderweitiger Modificationen ferner bestehen; wir wollen sie nunmehr für diesen Augenblick als die Metaphysik oder *Scientia prima* seiner *Hygrometrie* betrachten, durchaus unentbehrlich zu ihrer wissenschaftlichen Vollendung, aber nicht zu ihrer factischen Entstehung und ersten Begründung. So wie die unmittelbare Beobachtung feste Punkte für das Thermometer, und mittelst der so entstandenen provisorischen Skale eine Reihe von Messungen und Bestimmungen gab, aus deren Vergleichung und Berechnung erst die Ther-

mologie hervorgehen wird; eben ſo könnte eine hygrometriſche Methode, wenn ſie nur von directen Wahrnehmungen und factiſchen Beſtimmungen ausginge, um vergleichbare Beobachtungen zu liefern, einen groſsen Nutzen ſtiften, wenn auch die hygrologiſchen Principien, auf welche ſie endlich zu reduciren ſeyn wird, noch nicht mit genugſamer Klarheit beſtimmt wären; ja ſelbſt wenn die urſprüngliche Theorie dieſer Methode mit falſchen hygrologiſchen Prämiſſen verflochten wäre.

Es mag alſo der Waſſerdampf durch ſeine bloſse Expanſibilität, oder mit Beihülfe chemiſcher Kräfte, oder auf was für Art man wolle, in der Atmoſphäre ſeinen Urſprung nehmen und beſtehn, ſo kann man doch den Grad ſeiner Expanſibilität bei verſchiedenen Temperaturen durch den Verſuch beſtimmen; man kann ebenfalls durch den Verſuch die Quantität der Ausdünſtung für jeden correſpondirenden Grad der Temperatur des Waſſers finden; man kann durch einen einfachen und ziemlich directen Verſuch den Grad der Expanſibilität des bereits in der Atmoſphäre vorhandenen Waſſerdampfs durch Condenſation aufſuchen, und endlich dieſen mit der Menge des verdunſteten Waſſers zuſammenhalten.

Der Unterſchied zwiſchen der normalen, zur gegebenen Temperatur gehörigen Menge der Ausdünſtung und der durch die individuelle Beobachtung gefundenen, giebt die Menge des in dieſer Atmoſphäre vorhandenen Waſſerdampfs, gleich-

viel ob dieſer das häufigere Verdampfen hemmt durch weiter vorgerückte Sättigung der Luft, oder durch gröſseren elaſtiſchen Druck des bereits beſtehenden Dampfes auf den eben entſtehenden.

Die Elemente dieſer Dalton'ſchen hygrometriſchen Methode ſind nicht neu; ſchon Le Roy ſuchte den Feuchtigkeits-Grad der Luft durch den Condenſations-Punkt des Dampfes an einem kälteren Körper zu beſtimmen, und Sauſſure wog vergleichend Gewebe, die er mit Waſſer benetzte, um aus der Quantität des verdunſteten auf den Grad der atmoſphäriſchen Trockniſs zu ſchlieſsen.

Dalton's ausgezeichnetes Verdienſt iſt, die beiden Thatſachen, welche bis dahin iſolirt ſtanden, verbunden zu haben, ſo daſs die ſie darſtellenden Reihen eine ſogenannte Tafel mit doppeltem Eingang bilden, wo man ſtets vom gegebenen Condenſationspunkt auf die Waſſermenge, die verdunſten ſollte, ſchlieſsen kann, und umgekehrt. Nur unter dieſer Bedingung konnte man ferner von der individuellen in einem Falle gegebenen Condenſation, oder von der beobachteten Verdunſtungs-Menge auf den wahren hygrometriſchen Zuſtand der Luft ſchlieſsen.

Das Band zwiſchen den Reihen der Condenſations-Punkte und der Verdunſtungs-Mengen, die Seele alſo der ganzen Dalton'ſchen Hygrometrie, iſt die Tafel der durch Beobachtung beſtimmten Expanſibilität des Waſſerdampfs im luft-

leeren Raume für jeden Grad der Temperatur *). Diese Tafel aber ist bekannt durch die ungemeine Paradoxie ihres Resultats. Sie giebt für die Ausdehnungen des Wasserdampfs eine Progression, welche nicht die geometrische ist, indem die Exponenten bei steigender Wärme bis zu einem gewissen Punkt in arithmetischer Progression abnehmen, so daſs bei einem gegebenen Punkte die Expansivkraft stationär wird, und nicht weiter zunimmt. Diese höchst sonderbare Erscheinung, (wenn sie nämlich Realität in der Erscheinung haben sollte, wie Herr Soldner sehr geneigt ist es zu erwarten **), lieſse sich nur herleiten von einer wechselseitigen Anziehung der Dampftheilchen, die jeder Expansion desselben entgegenwirkte, bei einer gewissen relativen Entfernung aber durch correspondirende Abnahme der Repulsion des Wärmestoffs ihr Maximum erreichte: nur so wäre es allenfalls denkbar, daſs das Wasser als Dampf ein ähnliches Phänomen als im tropfbaren Zustand darböte, wo auch in einem gegebenen Punkt der Skale durch verminderte Wärme eine Expansion bedingt wird. Doch liegt hierin nicht die mindeste Wahrscheinlichkeit; der thermometrische Gang aller Gasarten ist entschieden dawider; am allerwenigsten aber dürfte Dalton auf diese Rechtfertigung seiner Paradoxie provociren, da sie nur in der Auflösungs-Theorie consequent

*) Man findet sie in ihrer ganzen Ausdehnung in diesen *Annalen* J. 1803 St. 9. oder B. 15. S. 8 f. G.

**) In diesen *Annalen* B. 17. S. 41. u. B. 25. S. 411. G.

wäre, wie wir bei der Widerlegung des Murray'schen und Berthollet'schen Einwurfs so eben von ihm selbst gehört haben. Hr. Soldner scheint mir das Räthsel viel glücklicher gelöst zu haben, indem er geneigt ist, einen Fehler in den *absoluten* Dalton'schen Zahlen zu vermuthen, herrührend von einer Anomalie des thermometrischen Ganges des Quecksilbers. Diese Anomalie hat Dalton von jeher angenommen, und sein *New System of chymistry* ist unter andern höchst interessant durch eine motivirte neue Skale für das Quecksilber-Thermometer. Die dürftigen Stunden, auf welche mir die Benutzung dieses Werkes gegönnt war, haben mir nicht erlaubt, die Vergleichung von *Old Scale* und *New Scale* auf seine Tafel der Expansibilitäten zu beziehen *); so wie aber die neue Skale die Erkältung der Körper in der Luft in geometrischer Progression giebt, während die alte dieses Gesetz maskirte, so läfst sich ein gleiches auch für den vorliegenden Fall erwarten, obgleich mit weniger Wahrscheinlichkeit. In dieser, wie in sehr vielen andern Hinsichten wird sich Hr. Prof. Wolff ein neues Verdienst um die deutschen Naturforscher erwerben durch die Uebersetzung des Dalton'schen Werks, womit er uns zu beschenken im Begriffe ist, und die baldigst bei Hitzig erscheinen wird.

*) Man findet einiges über diese neue Thermometerskale in Dalton's Bemerkungen über den absoluten Nullpunkt der Wärme, in dies. *Annal.* J. 1803, od. B. 14. S. 287 f. G.

Da jedoch die Dalton'ſche Tafel auf jeden Fall eine ſehr nahe Approximation darbietet, ſo können wir von der eben erwähnten Schwierigkeit füglich abſtrahiren, wenn von Temperaturen die Rede iſt, welche die mittlere atmoſphäriſche wenig überſteigen; und ſo wären wir endlich durch ein hinlänglich motivirtes Fallenlaſſen vieler theoretiſcher Fragen an die wirkliche *Ausübung der Dalton'ſchen hygrometriſchen Methode* gelangt, die den unendlichen Vorzug hat, direct zu ſeyn, indem ſie keinen vermittelnden hygroſkopiſchen Körper anwendet, deſſen Sprache erſt mühſam und unvollkommen errathen werden muſs, und deſſen Gang ſich meiſtens mit der Zeit in ſich ſelbſt ändert; weshalb ich auch mit der gröſsten Zuverſicht an die Ausübung dieſer Methode ging, nicht ahnend, daſs es einen Umſtand giebt, der dieſe Ausübung höchſt ſchwankend zu machen vermag; um ſo weniger, da Dalton dieſe praktiſche Schwierigkeit nirgends erwähnt.

4.

Ich habe in verſchiedenen Jahreszeiten und an verſchiedenen Oertern mehrere Reihen von hygrometriſchen Beobachtungen (254 an der Zahl) nach Dalton's Methode angeſtellt. Die zugleich mit dem enthaltenen Waſſer genau tarirte Schale hatte dieſelbe Oberfläche, nach welcher die Dalton'ſchen Tabellen berechnet ſind, und wurde an einem offenen Fenſter jedesmal 15 Minuten der freien Luft ausgeſetzt;

Die Gewichtsabnahme suchte ich bis auf ein Zehntelgran englisch Gewicht, berechnete den zu dieser Verdampfungs-Menge bei gegebener Temperatur gehörigen Condensationspunkt nach den Tabellen, und bestimmte endlich den wahren Condensationspunkt durch den Versuch. So wurde jede Beobachtung in ein tabellarisches Tagebuch eingetragen, nach folgenden Rubriken: Tag, Stunde und Minute; — Meteorologischer Zustand nach Hygrometer, Barometer, Elektrometer und Richtung und Sträke des Windes; — Temperatur des Wassers, gleich gemacht der der Atmosphäre; — Absoluter Verlust während einer Viertelstunde; — Auf die Minute reducirter Verlust; — Verlust, wie er blos in Hinsicht auf die gegebene Temperatur nach Dalton's Tabelle seyn sollte; — Differenz — hierzu gehöriger Condensationspunkt nach der Tabelle; — durch den Versuch gefundener Condensationspunkt; — Differenz.

Sehr bald ward ich gewahr, dafs bei unveränderter Temperatur, sowohl des Wassers als der Atmosphäre, an einem und demselben Orte, in mehreren unmittelbar auf einander folgenden Beobachtungen, die Quantitäten des verdunsteten Wassers sich oft über alle Erwartung unverhältnissmässig ändern, während sie zu andern Zeiten fast übereinstimmend gefunden werden. Als Beispiel dieser Abweichungen mögen folgende Fälle dienen:

Es verdunstete in den einzelnen auf einander folgenden *Viertelstunden* Wasser:

	in der *ersten*	in d. *zweiten*	in d. *dritten*	in d. *vierten*
a)	3,7 engl. Gran	6,4 engl. Gr.		
b)	2,0 —	3,3 —	0,6 engl. Gr.	
c)	13,4 —	10,5 —	17,5 —	12,2 engl. Gr.
d)	12,0 —	5,5 —	7,0 —	11,2 —
e)	13,3 —	9,0 —		

Dergleichen sonderbare Anomalien in der Quantität des verdunsteten Wassers kamen vor bei allen Temperaturen und in allen Jahreszeiten ohne wahrnehmbaren Unterschied. So z. B. waren die zuerst angeführten Beispiele aus einer Reihe von Winterbeobachtungen im December entlehnt, die andern gehören dem July, August und September an.

Auch sind diese Abweichungen vom barometrischen Zustande der Atmosphäre unabhängig. Zwar läſst Dalton die Barometer-Beobachtung bei der Ausübung seiner Methode ganz wegfallen; jedoch vielleicht mit Unrecht, wie Hr. Soldner gezeigt hat; denn da das Sieden bei ganz andern Temperaturen eintritt, je nachdem der Druck stärker oder geringer ist, so muſs derselbe Umstand auch Einfluſs haben auf die verdunstende Wassermenge auch bei niedrigeren Temperaturen; und es liegt selbst in Dalton's Hygrologie nichts, was die Möglichkeit dieses Einflusses widerlegte. Da die Masse der Sauerstoffgas- und Stickgas-Atmosphäre durch zu überwindende Trägheit ihrer Molekulen dem Expandiren des Dampfes ein Hinderniſs dar-

bietet, so muſs selbst nach ihm der barometrische Zustand nur als Indication des Manometrischen einen Einfluſs behaupten, wenn die Verdunstung im Freien geschieht. Indessen ist von der andern Seite leicht begreiflich, daſs es mir in den meisten Fällen nie gelungen sey, von einer Viertelstunde zur andern irgend einen Unterschied in der Barometerhöhe wahrzunehmen, geschweige denn einen solchen, der den so bedeutenden Abweichungen der Verdunstungs-Mengen entspräche. Ein Waſser- oder Oel-Barometer, vollends wenn es sich in eine morlandische geneigte Röhre endigte, würde allerdings, selbst in so kleinen Zeiträumen, immer fort sehr wahrnehmbare Aenderungen des Drucks anzeigen, und es wäre allerdings von groſsem Intereſſe, diese mit den Ausdünstungs-Mengen im Freien unter günstigen Umständen, das heiſst, bei völliger Abwesenheit aller Luftströmung, zu vergleichen.

Eben so wenig hängt die Verschiedenheit in den Ausdünstungs-Mengen für uns von dem wahrnehmbaren elektrischen Zustande der Atmosphäre ab. Ich habe sehr oft, während diese Anomalien am bedeutendsten waren, durch die besten Mittel, die uns zur Zeit zu Gebote stehn, (was zwar leider nicht viel sagt,) den elektrischen Zustand der Atmosphäre untersucht, und weder in der Menge noch in der Intensität derselben irgend einen correspondirenden Unterschied wahrgenommen. Auch habe ich bei künstlichem Elektrisiren einer unter ganz gleichen thermometrischen, hygrometrischen

und barometrischen Umständen der freien Luft ausgesetzten Verdampfungs-Schale nie einen Einfluss der Elektricität auf Verdampfung wahrgenommen. Die mitgetheilte Intensität war so groß, daß man durch die Berührung der isolirten Schale ziemlich starke Funken erhielt.

Dessen ungeachtet zeigten die Verdünstungs-Mengen in sechs auf einander folgenden Viertelstunden, wo Elektrisirung und Nicht-Elektrisirung abwechselten, keinen darauf Bezug habenden Unterschied der Ausdünstungs-Mengen. Diese waren z. B. in abwechselnder Reihe:

	elektrisirt	nicht elektrisirt
1)	10,0	13,6
2)	10,5	7.8
3)	7,4	6,6

Ein andres Mal war bei 67 bis 68° Temperatur des Wassers die Ausdünstung:

a. elektrisirt	14,0	*b.* nicht elektrisirt	12,4
—	14,0	— —	16,4

Auch ist es mir nie gelungen, bei dem langsamen Verdunstungs-Prozeſs durch Aussetzung einer isolirten Schale an der freien Luft, selbst mittelst des besten Condensators, eine wahrnehmbare Veränderung des Elektrisations-Zustandes zu erkennen.

Sowohl aus diesem Schluſs durch Ausschlieſsung, als aus den gleich zu erwähnenden directen Thatsachen erhellt, daſs diese Unterschiede in der Verdunstungs-Menge lediglich von der Veränderlichkeit des Luftzuges herrühren, der an dem offnen Fenster, wo

Dalton die Beobachtung angestellt wissen will, in seiner Intensität und auch in seiner Richtung von Innen nach Außsen oder von Aufsen nach Innen sich in vielen Fällen so bedeutend ändert.

Zwar hat Dalton diesen Einfluss des Luftzuges auf die Ausdünstungs-Mengen berücksichtigt; er giebt in seiner Tabelle zur praktischen Hygrometrie diese Mengen für jeden Grad der Temperatur des Wassers dreifach verschieden an, je nachdem die Intensität des gegebenen Luftzuges eine *kleinste*, eine *mittlere* oder eine *größste* Verdünstung bedingt *). Die Anwendung dieser Tafel und die Aufsuchung der correspondirenden wirklichen Expansibilitäten des atmosphärischen Dampfes in derselben setzt aber nothwendig voraus, dass die Intensität des jedesmaligen Luftzuges bestimmt werden könne. Dieses hätte schon an und für sich seine grossen Schwierigkeiten: *ändert sich* aber vollends diese Wirkung so bedeutend, wie wir es oft sahen, von einer Viertelstunde zur andern, so wird sie sich nothwendig auch *eben so* während des Verlaufes der zur Beobachtung verwendeten Viertelstunde geändert haben. Man müfste also, um die Tabelle brauchen zu können, eine mittlere aus diesen verschiedenen Einwirkungen nehmen, welches ganz unmöglich ist, da es kein Mittel giebt, weder die beiden Extreme, noch die Anzahl der Wechsel zu bestimmen. Und auf eine hy-

*) S. Versuche über die Verdünstung von Dalton, *Annal.* B. 15. S. 121 u. 133. G.

grometrische Methode, deren Ausübung eine solche anemometrische voraussetzte, paſste das *Obscurum per obscurius* nur allzu wohl.

Auch giebt die Tabelle das Maximum des vom Unterschied des Luftzuges herrührenden Unterschiedes der Ausdünstungsmenge viel geringer an, als unsere Versuche ihn geben.

Nach der Tabelle ist dieser für

32°	=	1,74
40	=	1,75
50	=	1,75
60	=	1,75
70	=	1,83
80	=	1,87

Das heiſst, bei 40° z. B. ist der Quotient der durch den stärksten Luftzug bedingten Ausdünstungsmenge (=1,65) dividirt durch 60, die Differenz von 1,65 zu 1,05 als die kleinste Ausdünstungsmenge =1,75. Nun aber finden wir bei 43° Temperatur in zwey auf einander folgenden Beobachtungen die Ausdünstungsmenge einmal 3,3; das andere Mal 0,6; Unterschied 2,7; Quotient, 4,5; eine ungeheure Abweichung. Ich gebe zu, daſs diese Winterbeobachtung den gröſsten Sprung der Art gab, den ich je wahrgenommen, und auch, daſs gegen das Ende der zweiten Beobachtung, welche eine so geringe Ausdünstung gab, ein feiner Regen in Gestalt eines starken Nebels anfing sich niederzuschlagen. Aber in vielen andern Beobachtungen, wo nichts dergleichen Statt fand, ergaben sich ebenfalls solche bedeutende Unterschiede, die das von der Tafel angenommene Maximum weit übersteigen.

So z. B. bei 63 (Wasser und Atmſ. im Schatten) in *einer* Viertelstunde, Verlust durch Ausdünstung 1,5

Gran, in der nächstfolgenden 4,8. — Unterschied 3,3 — Quotient 2,2. — Nach der Tabelle sollte er selbst bei den beiden Extremen des Luftzuges seyn 1,75.

Wir dürfen also bei der Ausübung dieser Methode noch nicht hoffen, dass die durch den Versuch gefundenen Condensations-Punkte mit denen nach der Dalton'schen Tafel aus der Ausdünstungs-Menge berechneten stets stimmen werden, theils weil die wandelbare Einwirkung des Luftzuges eine solche Zufälligkeit hervorbringt, dass nur die mittlere aus sehr vielen Beobachtungen eine passende Näherung geben kann zur Bestimmung der Spalte, wo wir den gegebenen Fall in der Tabelle aufzusuchen haben; theils auch, weil bei Berechnung derselben Dalton die beiden Extreme der Einwirkung des Luftzuges zu gering angenommen hat.

Im Allgemeinen giebt seine Tabelle den Condensations-Punkt des Dampfs meistentheils zu hoch gegen dasjenige, was ich durch unmittelbare Beobachtung gefunden habe, und zwar im Durchschnitt um 3 bis 4 Fahrenheitische Thermometer-Grade größer; viel seltener giebt ihn die Berechnung niedriger als die Beobachtung. Aber schon diese Approximation selbst, (noch mehr aber die vielen Fälle, wo der nach der Tabelle für die gegebene Ausdünstungs-Menge berechnete Condensations-Punkt mit dem durch den Versuch gefundenen genau übereinstimmt,) lassen uns den innern Werth der Methode nicht verkennen, und machen es uns

zur Pflicht, alles aufzubieten, um den ſo ſchädlichen Einfluſs des wandelbaren Luftzuges (wahrſcheinlich das einzige, was ihr noch unvermuthet in den Weg tritt und uns vom Ziele entfernt hält) zu beſeitigen.

Schon habe ich gefunden, daſs die Beobachtungen viel beſſer unter ſich ſtimmen, wenn ſie in ganz freier Luft und nicht am offenen Fenſter angeſtellt werden, wo das ſtete Hin- und Herſtrömen der Luft ſchon im Allgemeinen einen unnatürlichen Zuſtand bedingt, ſelbſt abgeſehen vom ſchädlichen Einfluſs auf jede Beobachtung insbeſondre. Nun aber tritt die praktiſche Schwierigkeit ein, daſs es *meiſtens* unmöglich iſt, in freier Luft genau zu wägen; ſoll man nun jedesmal die Ausdünſtungs-Schale aus der freien Luft wieder in das Zimmer tragen, ſo vergeht viel Zeit, die Schale kommt in ganz verſchiedene Temperaturen, das Tragen verurſacht Schwankungen; und während allem dieſem geht die Verdunſtung einen geſtörten Gang, ſo daſs wir durch die nachherige Abwägung nicht den wahren Verluſt während der beſtimmten Zeit im Freien mit gehöriger Genauigkeit beſtimmen können. Eine Ausdünſtungs-Schale, die man mit dem enthaltenen Waſſer genau abgewogen, erſt am Orte der Beobachtung öffnen, und ſogleich nach abgelaufener Zeit der Beobachtung wieder dampfdicht verſchlieſsen könnte, würde dieſem Mangel abhelfen, und von groſsem Nutzen ſeyn. Auch würde eine Tralles'ſche Senkwage das Abwägen in ganz freier,

ſelbſt unruhiger Luft gewiſſermaſsen erlauben, wenn man ſich vorläufig mit einer Hülfstabelle für die Veränderungen der Temperatur des Waſſers zur gröſsern Bequemlichkeit verſehen hätte.

Beſſer wie alles dieſes wäre es aber, wenn man der in Hinſicht auf die Verdunſtung zu prüfenden Luft bei jeder Beobachtung einen gleichen Grad der Bewegung, einen gleichen beſtimmbaren Zug mittheilte. Wenn z. B. die Schale in einem unten offenen Cylinder angebracht wäre, deſſen oberes Ende ſich in einem Behälter endigte, worin ein Montgolfierſcher Centrifugal-Ventilator durch ein Räderwerk bewegt, eine beſtimmte Anzahl von Umdrehungen in der Minute machte. Dieſes Mittel, einen beſtimmten Zug zu erregen, iſt dem einfacher ſcheinenden eines Balges hier vorzuziehen, weil bei der vorgeſchlagenen Vorrichtung die aſpirirte Luft, welche die Schale erreicht, noch mit keinem andern Körper in Berührung gekommen iſt, von dem man befürchten könnte, daſs er einen Theil ihres Dampfes durch hygroſkopiſche Wirkung entzogen, und ſo eine andere Expanſibilität des übrig bleibenden bedingt hätte, als in der freien Atmoſphäre Statt findet.

Aber ſelbſt eine ſolche Vorrichtung würde doch kaum hinlänglich ſeyn, die Ausdünſtungs-Mengen mit Sicherheit zu beſtimmen in den für Theorie und Praxis ſo wichtigen Fällen, wo die Temperatur des Waſſers die der umgebenden Luft bedeutend überſteigt. Dieſer Fall kömmt zwar in der *gewöhn-*

lichen praktischen Anwendung dieser hygrometrischen Methode nicht vor, wo man das Wasser immer von gleicher Temperatur mit der umgebenden Luft wählen soll. Um so mehr aber tritt er ein, wenn zur ursprünglichen Construction der Tafel, oder zur nachherigen factischen Verification derselben, die verdunstete Menge des Wassers von 212, 180, 164 Graden durch Beobachtung bestimmt werden soll.

Was ich unter solchen Umständen sich ereignen sah, ist so auffallend, dass ich nicht mehr gut begreifen kann, wie Dalton zur genauen Bestimmung dieser Quantitäten gelangen konnte, so dass ich vielmehr bedeutende Zweifel gegen ihre Richtigkeit hege. Ich hiess nämlich ein Zimmer heitzen: Temperatur 78,°5; füllte die Schale mit Wasser von 84 Grad und brachte sie mit einem Thermometer versehen, an der Wage in Gleichgewicht; durch mehrere unterzulegende durchheizte Metallplatten, die ich zur Hand hatte, erhielt ich während des ganzen Verlaufs der Beobachtung das Wasser in derselben Temperatur. In drei auf einander folgenden Versuchen, deren jeder eine Viertelstunde dauerte, war die verdunstete Menge

1ste Viertelstunde	9,8	Gran.
2te — — —	10,5	—
3te — — —	10,5	—

Nun brachte ich den ganzen Apparat in das kältere Nebenzimmer. Temperatur 64°,3 bis 64°,6; also Differenz mit dem warmen 14°,0.

ſenen Thüren und Fenſtern, oder unter einer Feuerſtätte, oder bei offenem Fenſter und heftigem Winde beobachtet wurde. Es läſst ſich aber erwarten, daſs ſeine gefundenen Quantitäten blos auf die damalige Temperatur dieſer ſo oder ſo mechaniſch ſtrömenden Luft paſſen, und daſs ſie anders ausgefallen wären, wenn zu den äuſsern Urſachen der Strömung noch ein anderer Werth der ſehr bedeutenden thermo-aeroſtatiſchen Strömungen hinzugekommen wären, durch gröſsere oder geringere Abſtände zwiſchen Wärme des Waſſers und Temperatur der umgebenden Luft. Hätte uns nur Dalton wenigſtens mit derjenigen Temperatur der Luft, bei welcher er die Beobachtung anſtellte, bekannt gemacht, ſo könnte man doch dieſen Grad als normal für ſeine Tabelle gelten laſſen, aber ſelbſt dieſes erfahren wir nicht. Ich nehme mir vor, bei Gelegenheit der Winterkälte einige Beobachtungen obiger Art bei noch gröſseren Temperatur-Unterſchieden der umgebenden Luft anzuſtellen, um auszumitteln, wo das Maximum für den erwähnten Effekt Statt finden wird, ſo daſs die verdunſtete Menge des Waſſers von höherer Temperatur als die umgebende ruhige Luft, in der wärmeren Luft ſich gröſser ergeben wird, als in der kälteren. Sollte ſich aber das Gegentheil davon bei allen Temperatur-Unterſchieden eben ſo zeigen, wie bei denjenigen, wo ich beobachtete, ſo könnte daraus allerdings ein bedeutender Einwurf gegen die Auflöſungs-Theorie erwachſen.

Diese Gesetze der Ausdünstung für den Fall, wo der gegebene Körper in einer constanten Temperatur erhalten wird, die höher ist als die der umgebenden Luft, haben übrigens ein ganz specielles Interesse für die Physiologie der warmblütigen Thiere. So ist z. B. nach Fourcroy's Theorie, welche auf die Behandlung mehrerer Krankheiten, und namentlich des Scharlachs, von bedeutendem Einfluss war, die Wirkung der warmen Bedeckungen und des Aufenthaltes in warmen Betten eine Hemmung oder doch eine Verminderung der Hautausdünstung, während durch freie, selbst kalte Luft die Transpiration befördert wird. Fourcroy stützt sich hierbei auf die Auflösungs-Theorie, als wenn diese selbst erwiesen wäre, und als wenn sie bewiesen hätte, dass Verdampfung nie anders als durch Vermittelung der Luft Statt finden könne. Aber das wahrhaft Auffallende hiebei und fast Unglaubliche ist, dass Fourcroy nichts destoweniger auf die quantitativen Resultate der Lavoisier- und Seguin'schen Beobachtungen baut, als auf das genauste, an das wir über diesen Gegenstand uns zu halten haben; und doch wurde das zu diesen Versuchen bestimmte Individuum in einen vollkommen luft- und dampfdichten Sack von Wachstaffet gehüllt mit Ausschluss blos der Respirationswerkzeuge. Es zeigt sich aber in unsern Versuchen, dass, abgesehen von der Auflösungs-

Theorie, welche eigentlich gerade gegen Fourcroy's Annahme die Ausdünſtung in kälterer Luft geringer als in wärmerer geben müſste, der Umſtand, daſs an der minder bedeckten und mit ſchlechten Wärmeleitern umgebenen Fläche des Körpers eines warmblütigen Thieres eine Luftſtrömung eingeleitet wird, welche gröſser in der kältern als in der wärmern Luft iſt, in der That eine ſtärkere Ausdünſtung im erſten Fall als im zweiten verurſacht werden muſs.

IV.

Die Stoſsgeſetze harter Körper, aus der mechaniſchen Hauptgleichung erwieſen

vom

Commiſſionsrath von Busse,

Prof. der Mathem. und Phyſik in Freyberg.

Einige der letztern Monate habe ich, ſo viel es meine Amtsgeſchäfte erlaubten, auf Widerlegung der *Kantiſchen metaphyſiſchen Anfangsgründe der Naturwiſſenſchaft* verwandt, und während dieſer Arbeit mich ſehr wohl befunden. Bei einem ſo achtungswürdigen und ſo conſequenten Schriftſteller, als Kant es war, pflegt das Niederreiſsen ſeines Irrthums am beſten zu lohnen; auch blieb es mir durchaus einleuchtend, daſs meine Widerlegung unwiderleglich ſey; und für nützlich durfte ich doch wahrlich auch es halten, daſs die einzige namenswerthe Autorität, welche das ſeltſame Zwillingspaar der *zurückſtoſsenden und anziehenden urſprünglichen* Kräfte der Materien für ſich hat, — das Vorurtheil, der Glaube, durch den unſterblichen Kant die Allgemeinheit dieſer Kräfte aus Begriffen a priori erwieſen zu ſehen — durchaus als irrig dargeſtellt, und ſomit das leichte Manichäer-Spiel des phyſikaliſchen urſprünglichen Dualismus an ſeinen gehörigen Ort als ein abenteuerlicher Wortkram verwieſen ſey!

Nach beendigter Arbeit aber hatte ich eine Erfahrung zu machen, wie sie wohl so manchem wissenschaftlichen Schriftsteller in Deutschland drückend fallen mag. Eine sehr solide Buchhandlung erwiederte mir: „wenn man ja noch für die nächste Messe einen Verlag wagen wolle, so müsse man zu solchen Schriften greifen, für welche ein grösseres Publikum, als das mathematische und philosophische, zu hoffen sey!“ Indem hierdurch der Abdruck meiner Schrift bis Michaelis verzögert wird: so will ich gerade den einzigen Theil derselben, bei welchem ich einige Gegenerinnerungen für möglich halte, hier den Sachverständigen vorlegen, und mir ihr baldiges Urtheil darüber erbitten; obgleich gerade dieser Theil kein wesentliches Stück in meiner Widerlegung des Kant'schen Systems ausmacht.

Unendlich grosse Kräfte sind möglich, ohne dass wir als solche sie wahrnehmen können.

Dass für Geschwindigkeitsänderungen, wenn sie von endlicher Grösse in einem Augenblicke vor sich gehend seyn sollten, unendlich grosse Kräfte erfordert würden, ist ein Satz, der durch die Zweideutigkeit seiner Ausdrücke auch andere Philosophen und Mathematiker zu eben dergleichen Fehlschlüssen veranlasst hat, als wir bei dem Verfasser vorfinden. Man bedenke, dass nur einige von diesen Veränderungen gerade Geschwindigkeits-*Vermehrungen* ausmachen, andre dagegen nur *Verminderungen* sind; man bedenke ferner, dass jede

Geschwindigkeit nach Richtung und Intension veränderlich ist, und es plötzliche Richtungsänderungen nothwendig geben muss, mit welchen eine eben so plötzliche Intensionsveränderung wesentlich verbunden ist, wie wir beides oben erwiesen haben; man bedenke endlich, dass wir von den Kräften nichts als ihre Wirkungen kennen, diese aber theils statisch, theils mechanisch sind, und wir, um aus diesen mit Zuverlässigkeit auf jene zu schliessen, an die Schwerkraft unsrer Erde uns halten müssen: so hat man die gehörigen Gesichtspuncte gefasst, um den Satz auf seine Wahrheit einzuschränken, und die gewöhnlichen schwankenden und unrichtigen Folgerungen aus ihm zu vermeiden.

Endliche Kräfte, sagt man, und so schliesst auch Kant, können Bewegung durch endliche Räume nur in einem endlichen Zeitverlaufe verursachen, folglich auch dergleichen Bewegungen nur in einer endlichen Zeit vernullen; daher man eine unendlich grosse Kraft haben müsste, um Bewegung durch eine endliche Raumlänge in einem Augenblicke aufzuheben. Die Prämisse wird von ihm allerdings auf die Schwerkraft unsrer Erde begründet, und von dieser Kraft (mit Recht) vorausgesetzt, dass sie absolut und stetig wirkend (entweder wirklich) sey (oder doch dafür gelten könne). Nachdem ich oben schon so häufig zwischen *Bewegtheit* und Bewegung, *Geschwindigkeit* und Geschwindigkeitsmaass unterschieden, auch an den strengen Begriff des *Augenblickes*, als eines Zeit*punctes*, er-

innert habe; so kann ich hier sehr kurz behaupten: Bewegung ist es nicht, was man als die einfachste und die reinste Wirkung der Schwerkraft zu betrachten hat. Denn eben deshalb, weil diese Kraft in jedem *Augenblicke* wirksam seyn soll, so muss auch das, was sie darin bewirkt, nur ein Zustand des Augenblicks seyn. Erst nach einem endlichen Zeitverlaufe kann durch ihre Wirkungen eine endliche Geschwindigkeit des ihr überlassenen Körpers entstehen, welche ebenfalls an und für sich noch keine Bewegung, sondern nur Bewegtheit, ebenfalls nur ein Zustand des Augenblickes ist, der erst durch seine Fortsetzung während irgend einer endlichen Zeiteinheit den Körper eine endliche Raumlänge durchlaufend macht, und so *Bewegung* erst *zur Folge* hat.

Da man fernerhin auch zugeben muss, dass in jedem *unendlich kleinen* Zeitverlaufe auch eine völlig absolut und stetig wirkende Schwerkraft nur *unendlich kleine* Geschwindigkeiten, also auch nur unendlich kleine Geschwindigkeits-*Aenderungen* bewirken kann, so kann dasjenige, was in dem Anfange dieser unendlich kleinen Zeit, einem Augenblicke und Zeitpuncte im strengsten Verstande, bewirkbar ist, auch eine nur unendlich kleine Geschwindigkeit wiederum noch nicht, sondern nur ein Etwas seyn, was man entweder ein *Bestreben nach Geschwindigkeit*, oder noch besser, einen *Trieb* nennen mag. Will man wissen, was das eigentlich sey, so ist so viel gewiss, dass es selbst

schon eine *Geschwindigkeit*, auch eine nur *unendlich kleine* noch nicht seyn könne; denn auch eine nur unendlich kleine Geschwindigkeit ist ja immer schon eine Folge aus jenem Triebe *und* seiner Fortsetzung durch eine unendlich kleine Zeitdauer, *nebst* der in ihr wirksamen Trägheit, daher man durch eine gedachte Fortsetzung dieses Zustandes (dieser Geschwindigkeit) während einer endlichen Zeit, durch die darin erfolgende gleichförmige Bewegung, immer nur die *Folge jener Wirkung* des Schwerkrafttriebes aufgefaſst erhält, welche selbst schon eine *Folge* aus jenem Triebe und einem unendlich kleinen Zeitverlaufe mit der darin aufsammelnden Trägheit war.

Schlechterdings also nur dadurch, daſs wir alle jene auch unendlich kleine Geschwindigkeitserzeugungen in dem Körper, auf welchen die Schwerkraft wirkt, verhindern, können wir dahin kommen, jenes Bestreben nach Geschwindigkeit rein zu erhalten. Was wir aber dann beobachten können, ist lediglich ein *Druck* des Körpers gegen den Widerhalt, der ihn seiner Schwere gemäſs sich zu bewegen völlig verhindert. Nicht nur kommt dem Drucke ebenfalls ein Trieb zu, daher man schon deshalb behaupten darf, daſs Druck und Trieb einerlei seyn könne; sondern da auch dieser Druck eben der Umstände wegen, unter welchen er entsteht, von dem Zeitverlaufe unabhängig immerfort bleiben und seyn muſs, was er ist: so muſs er auch deshalb schon ein Zustand des Augenblickes, in je-

dem Augenblicke völlig gegenwärtig ſeyn, und ſo muſs wenigſtens das, was die Schwerkraft, auch indem ſie als mechaniſche Kraft wirkſam iſt, während eines Zeitverlaufes in jedem Augenblicke deſſelben bewirkt, *nicht anders* als *durch einen Druck* können angegeben werden.

Da man nun eine Kraft am beſten und unmittelbarſten nach denjenigen reinſten und einfachſten Wirkungen derſelben meſſen und beurtheilen kann, welche, ohne alle Auſſammlung ihrer Wirkungen während eines Zeitverlaufes, ſchon in jedem Augenblicke ihrer Wirkung ſich darſtellen: ſo ſollte die Schwerkraft eine *endliche* Kraft *eben deshalb* genannt werden, *weil* ſie, vermittelſt eines Körpers von endlicher Gröſse, nur einen *endlichen Druck* bewirkt.

Da ſich aber allerdings erweiſen läſst, daſs eine andre Kraft K, welche auf eine Maſſe M wirkend; ihr einen Trieb beibringt, der gegen den Widerhalt, durch welchen dieſer Trieb in Bewegung überzugehen verhindert wird, einen Druck P ausübt, daſs ſolche andere Kraft, ſage ich, wenn ſie ebenfalls abſolut und ſtetig wie die Schwerkraft wirkt, in der Maſſe M die Geſchwindigkeitsänderung $dv = 2g \frac{P}{M\gamma} \cdot \frac{dt}{1}$ bewirken muſs, indem $2g \frac{dt}{1}$ die Intenſion der unendlich kleinen Geſchwindigkeitsänderung bedeutet, welche eben dieſer Maſſe, wenn ſie ihrer Schwere gemäſs völlig frei fallen könnte, während einer unendlich kleinen Zeit dt

an demjenigen Orte der Erde erhalten würde, wo ihr Gewicht $= M\gamma$ feyn würde: fo hat allerdings auch der Satz feine Richtigkeit, dafs jede Kraft K, die nur einen endlichen Druck P ausübt, auch in einer unendlich kleinen Zeit nur eine unendlich kleine Gefchwindigkeits-Aenderung zu bewirken vermag *).

Wenn daher ein undurchdringlicher auch völlig *harter* Körper A, mit einer gewiffen Gefchwindigkeit C auf einen andern ruhenden harten Körper B trifft, und nun nach gewöhnlicher und richtiger Theorie in dem Augenblick des Stofses die Gefchwindigkeit C in die geringere $c = \frac{A}{A+B} . C$ verändert wird: fo kann diefe endliche Gefchwindigkeitsänderung $C - c$ anders nicht, als durch einen *unendlich grofsen* Gegendruck des Körpers B gegen A erfolgen?! Da die beiden Körper vollkommen hart find, fo müffen fie ja eben deshalb fähig feyn, einen unendlichen Druck zu empfangen,

*) Der Kürze wegen mufste ich hier vermittelft einzeler Differentialien mich ausdrücken. In meinen vollftändigen Erweifen der Dynamik pflege ich nie aus einzelen Differentialien, fondern allemal aus Differentialverhältniffen zu fchliefsen, bis zu den Integrirungen hin; bei welchen aber wiederum aus der Gröfse oder Nichtgröfse der Differentialien gar nichts, fondern alles aus der bloſsen *Form* ihrer Function gefolgert wird. Uebrigens ift es wohl bekannt genug, dafs durch 2g in Deutfchland bedeutet wird, was man unter g in Frankreich verfteht, oder doch beide Ausdrücke eine gleich lange Raumlänge bedeuten. Durch 2g aber bezeichne ich diejenige *Gefchwindigkeit*, deren conventionelles *proportionales Maafs* die *Raumlänge* 2g ift. *v. B.*

und einen unendlichen Gegendruck zu leisten. Auch würde gerade dann, wenn sie vollkommen hart wären, dieser Druck und Gegendruck vor sich gehen, ohne irgend durch etwas anders, als durch eine plötzliche Geschwindigkeitsänderung und durch einigen Schall bemerkbar zu werden. Der letztere dürfte gerade bei völlig harten Körpern nicht sehr stark ausfallen können; weil ja sie selbst als völlig harte Körper irgend einer elastischen Zitterung nicht fähig sind. Er kann nur in derjenigen Luft sich erzeugen, welche während ihres Zusammenstoſsens etwa zwischen ihnen aufgefangen und zusammengedrückt werden könnte. Durch den Sinn des Gefühls in engerm Verstande, empfindbar als unendlich groſser Druck, würde dieser Druck es nur werden können, wenn die beiden *völlig harten* Körper *selbst* auch *Gefühl* hätten! Wollten wir auf unsern eignen Körper einen andern vollkommen harten stoſsen lassen, falls wir dergleichen von begreiflicher Gröſse vorzufinden wüſsten: so ist doch unser eigener Körper nicht vollkommen hart; und am wenigsten sind es diejenigen Theile desselben, denen wir unser Gefühl zu verdanken haben. Kurz, es würden täglich unzählig viele unendlich groſse Drückungen und Gegendrückungen zwischen völlig harten Körpern um uns her vor sich gehen können, ohne daſs wir *irgend eine unendlich groſse Wirkung davon zu bemerken* im Stande wären. Nicht einmal das *Plötzliche* in den Geschwindigkeitsänderungen würden wir als solches

etwa durch unſer Geſicht zu beobachten im Stande ſeyn, weil ja unſere Sehorgane nicht vollkommen hart ſind.

Mag es immerhin mir ſehr wahrſcheinlich ſeyn, daſs ſelbſt die dichteſten uns bekannten Körper, Platin und Gold, von demjenigen Raume, welchen ſie einzunehmen uns ſcheinen, nur einen äuſserſt kleinen Theil mit ihrer Materie wirklich ausfüllen, und daher nach den gewöhnlichen (und mir ſehr wahrſcheinlichen) Vorſtellungen von der Undurchdringlichkeit der Materie, nur dieſe wenigen Theile ihres ſcheinbaren Volumens undurchdringlich, dieſe aber dann auch *abſolut undurchdringlich* ſind: ſo iſt es gleichwohl für den mathematiſchen Naturforſcher beachtungswerth, daſs die Möglichkeit vollkommen harter Körper ſchlechterdings nichts wider ſich hat; *nicht* das *Geſetz* der *Stetigkeit*, indem ich oben erwieſen habe, daſs es ungereimt ſey, *dieſes als* ein *allgemeines Naturgeſetz* behaupten zu wollen; nicht die Beſorgniſs wegen unendlich groſser Wirkungen, indem wir ſo eben geſehen haben, daſs unendlich groſse Drückungen beim Stoſse harter Körper Statt finden können, ohne für die übrige Welt eine unendlich groſse Wirkung bemerkbar zu machen. Dieſes letztere würde nur Statt finden, wenn *ſolche* Kräfte, die gleich unſrer Schwerkraft *abſolut* und *ſtetig fortwirkend* wären, in jedem Augenblicke ſchon einen unendlich groſsen Druck zu bewirken vermöchten, alſo auch während eines Zeitverlaufes in jedem Augenblicke deſſelben

schon eine endliche Geschwindigkeitsvermehrung in dem durch sie bewegten Körper bewirken würden, welche dann während irgend eines Zeitverlaufes vermöge der Trägheit des Körpers aufgesammelt, am Ende desselben schon eine unendlich grosse Geschwindigkeit, und somit eine unendlich grosse Raumdurchlaufung in einer endlichen Zeit verursachen würden, die man meinetwegen für unmöglich erklären mag.

Hiemit werden wir nun hinreichend durchsehen, was an dem Satze wahr ist, den wir am Anfange dieses Abschnitts aufgestellt haben; das hätte den Erfolg nicht haben sollen, den es bei so vielen Mathematikern und Philosophen gehabt hat; aus Scheu vor unendlich grossen Kräften und Wirkungen auf ein Naturgesetz der Stetigkeit zu verfallen!

Da nun ferner durch unsere Erörterungen es einleuchtend geworden ist, dass alle bisherigen und namentlich auch die von Kant aufgestellten Bedenklichkeiten gegen die *Möglichkeit* vollkommen harter Körper wegfallen: so wird es um so mehr gerathen seyn, bei der bisherigen Methode der mathematischen Naturforscher zu bleiben, und die Gesetze des Stosses zuvörderst für vollkommen harte Körper zu bestimmen, bei welchen sie am reinsten und einfachsten vorkommen, und aus welchen dann die übrigen, für weiche und elastische Körper, diesen Begriffen gemäss abzuleiten sind. Daher scheint es mir gar sehr der Mühe werth es darzuthun, dass sich jene Gesetze in der That schon aus der allge-

meinen mechanischen Hauptgleichung ableiten lassen, welches d'Alembert in seinem *Traité de dynamique* für unthunlich erklärt. Bei seinem wohlverdienten Ruhme, den er um die Verbesserung der Mechanik sich erworben hat, mögen vielleicht gerade durch dieses sein Urtheil auch seine Nachfolger veranlaſst worden seyn, hierauf nicht gehörig zu denken, sondern mit dem zerstückelten Systeme zufrieden zu bleiben, nach welchem man bei der übrigen Mechanik sich, um mich kurz auszudrücken, fast nur mit *phoronomischen Surrogaten* behilft, bei den Stoſsgesetzen aber einen neuen Grundsatz von gleichbleibender Bewegungsgröſse, oder Gleichheit der Wirkung und Gegenwirkung zu Hülfe zu nehmen, eben deshalb nöthig fand, weil man diejenige Dynamik, auf welche eigentlich die mechanische Grundgleichung schon sich gründet, nicht mit gehöriger Deutlichkeit beachtet und behandelt hatte. Auch die beiden berühmten, in so vieler Hinsicht bewundernswürdigen Systeme eines La Grange und La Place haben jenes phoronomischen Surrogates sich nicht entledigt, und bedürfen eben deshalb eines neuen Grundsatzes, um die Gesetze des Stoſses oder plötzlichen Zuges, oder überhaupt der plötzlichen Einwirkung zweier Körper oder Körpersysteme auf einander zu erweisen. Der neue herbeigeholte Grundsatz liegt als solcher klar vor Augen, wenn man sagt, daſs die sogenannten Bewegungsgröſsen, die Producte aus den Maſsen und Geschwindigkeiten, vor und nach

durch seine Geschwindigkeit a plötzlich bis auf die Geschwindigkeit $= a - 2g \frac{X}{M\gamma} \cdot \frac{t}{1}$ vermindert wird: so muss dagegen durch den Druck X in dem Körper B, welcher ruhend war, also als constanter Integraltheil ein $c = 0$ hatte, die Geschwindigkeit $= 2g \frac{X}{B\gamma} \frac{t}{1}$ eben so plötzlich bewirkt werden.

Wegen der vollkommnen Härte der beiden Körper muss der Druck X gerade so gross seyn, dass in diesem Augenblicke des Stosses die Geschwindigkeit beider Körper einander gleich werden, also $2g \frac{X}{M\gamma} = a - 2g \cdot \frac{X}{A\gamma} \frac{t}{1}$ sey, welches $2g \frac{Xt}{1} = \frac{A\gamma . B\gamma}{A\gamma + B\gamma} . a$ fordert, und somit die gemeinschaftliche Geschwindigkeit nach dem Stosse $= \frac{A\gamma}{A\gamma + B\gamma} . a$ bestimmt.

Wenn zwei sehr harte, aber noch nicht völlig harte Körper auf einander stossen: so wird die Zeit t, in welcher ihre Geschwindigkeitsänderung bewirkt wird, allerdings sehr klein seyn. Da aber während dieser Zeit doch Druck und Gegendruck bei diesem Stosse noch veränderlich, in seiner Grösse wachsend ist: so kann man freilich aus der differentialen Gleichung auf die integrale nicht anders schliessen, als dass man für das $\int P\,dt$ der letztern den Druck P als eine Function von P zu bestimmen weiss. Wenn aber die stossenden Körper den absolut harten unendlich nahe kommend angenommen werden, und dann t unendlich klein wer-

dend ist: so kann auch das integrale $\int P\,dt$ vom $= Pt$ nur unendlich wenig verschieden seyn. Von diesen so eben immer härter und härter gedachten Körpern machen die völlig harten die letzten aus; bey welchen dann auch t zum Augenblicke wird, und $\int P \cdot \frac{dt}{1} = P \cdot \frac{t}{1}$ auf das vollkommenste seyn muss.

Den einen Körper B habe ich hier ruhend angenommen, weil Kant auf dieses Beispiel sich einschränkt. Es hat aber keine Schwierigkeit, den Beweis so allgemein zu führen, dass auch alle die übrigen Fälle mit umfasst werden, in welchen auch der andere Körper B stossschicklich mit A schon bewegt ist. Seine Geschwindigkeit vor dem Stosse sey $= b$, sie mag nun der a gleichgerichtet, und dabei dann kleiner als a, oder ihr entgegen gerichtet, und dann von beliebiger Grösse seyn: so wird man die im Augenblicke des Stosses sich ergebende Geschwindigkeit des A, wie vorhin, $= a - 2g \frac{X}{A\gamma} \cdot \frac{t}{1}$ erhalten, die Geschwindigkeit des B aber $= \mp b + 2g \frac{X}{B\gamma} \cdot \frac{t}{1}$.

Wegen der völligen Härte der beiden Körper müssen wiederum beide Geschwindigkeiten einander gleich seyn, welches ein $2g X \cdot \frac{t}{1} = (a \pm b) \cdot \frac{A\gamma \cdot B\gamma}{A\gamma + B\gamma}$ fordert, und somit die gemeinschaftliche Geschwindigkeit x nach dem Stosse $= \frac{a A\gamma \mp B\gamma}{A\gamma + B\gamma}$ bestimmt, das obere Zeichen für den Fall gehörig, da die Geschwindigkeit b der a entgegengerichtet ist.

Dieses sind nun die bekannten Gesetze des Stosses zwischen zwei harten Körpern, nur bestimmter als gewöhnlich ausgedrückt; indem sie ausdrücklich behaupten, dass man die Massen, welche sich stossen, nach ihrem *Gewichte* zu messen hat. Dessen bin ich völlig gewiss, weil ich aus der mechanischen Gleichung gefolgert habe, und durch einen wirklich deutlichen und zuverlässigen Erweis dieser Gleichung es mir gewiss ist, dass in ihr die Kraft K, von welcher die Masse M bewegt werden soll, nur vermittelst ihres statischen Druckmaasses P, und die Masse M nur vermittelst ihres Gewichtmaasses $M\gamma$ aufgeführt werden kann und muss.

Aus der erwiesenen allgemeinen Formel kann sogleich gefolgert werden, dass $(A\gamma + B\gamma).x = aA\gamma \mp bB\gamma$ seyn muss, nämlich diese Producte aus den Massen und ihren Geschwindigkeiten nach und vor dem Stosse einander gleich bleiben müssen; dass also dieser Satz, dessen man zum Beweise der Stossgesetze als eines Axiomes sich zu bedienen pflegt, durch unsern Beweisgang zum Lehrsatze erhoben wird, und zwar wiederum mit der Gewissheit, dass bei ihm die Grösse der Massen nach ihrem Gewichte zu schätzen ist. Wohl muss ich zugestehen, dass eben diese Gewissheit auch eine Einschränkung auszumachen, unsere Mechanik hiemit nur für *schwere* Massen erwiesen scheinen kann! Gesetzt auch, diese Besorgniss liesse nicht so völlig sich heben, als es durch vollständige Darstellung meines mechanischen

Syſtems meines Erachtens geſchehen könne, ſo würde gleichwohl jene Gewiſsheit ihren groſsen Werth behalten. Denn da wir die innere Natur der Kräfte zu erforſchen nicht vermögen, und die einzige Schwerkraft nur von der Art iſt, daſs wir ſowohl ihre ſtatiſchen als ihre mechaniſchen Wirkungen ſehr vorzüglich genau und zuverläſſig wahrnehmen und meſſen, auch die Geſetze jeder Wirkungsart aus einer hypothetiſchen Theorie von vorne her, und mit einer äuſserſt verfeinerten Erfahrung übereinſtimmend, zu entwickeln wiſſen: ſo müſſen wir es wohl für wahren Gewinn halten, wenn wir auch in dem Maaſse der Wirkungsgröſse auf die Gewiſsheit eingeſchränkt werden, daſs auch hier die Maſſen nach ihrem Gewichte zu ſchätzen ſind. Doch dieſes hier nur nebenher; ich leite hier für meine gegenwärtige Hauptabſicht ein (welche nämlich in meiner Widerlegung des Kant'ſchen Syſtems meine Hauptabſicht ausmacht).

Wenn man auf die gewöhnliche Weiſe das Gleichbleiben der Bewegungsgröſsen, vor und nach dem Stoſse, als Grundſatz annimmt, und daraus die Geſetze des Stoſses ableitet: ſo wird auf die dabei vorfallenden Geſchwindigkeitsänderungen arithmetiſch geſchloſſen, ohne daſs man auf den unendlichen Druck und Gegendruck zukömmt, durch welchen bei vollkommen harten Körpern ſie bewirkt werden müſſen. Nach meinem Beweiſe ſteht dieſer unendlich groſse Druck in einer völlig ſtetigen Verbindung mit dem endlichen Drucke, welcher bei

unſrer Schwerkraft in endlichen Zeiten endliche Geſchwindigkeitsveränderungen verurſacht. Indem z. B. $v - c = 2g \frac{X}{A\gamma} \cdot \frac{t}{1}$ eine endliche Geſchwindigkeitsänderung angiebt, alſo $\frac{X}{A\gamma} \cdot \frac{t}{1}$ eine endliche Zahl ausmachen muſs, der Druck $A\gamma$ aber, dieſes Gewicht eines endlichen Körpers A allemal endlich iſt, ſo wird auch $X \cdot \frac{t}{1}$ nur ein endlicher Druck ſeyn können. Obgleich für die Fälle, da der Körper A noch nicht völlig hart iſt, und deshalb die Wirkung immer noch einigen Zeitverlauf t einnimmt, dann der Druck nicht ſo einfach durch das Product $X \cdot \frac{t}{1}$ aufgezählt werden könnte, ſondern X als Function von t erſt zu beſtimmen, und dadurch ſtatt Xt dann ein etwas anderes $\int X dt$ zu finden wäre: ſo iſt doch auch für dieſes letztere Integral einleuchtend, daſs der Druck X endlich bleibt, ſo lange t noch nicht unendlich klein, alſo der Körper von einem völlig harten Körper *nicht* unendlich *wenig* abweichend iſt; ſo daſs nun der unendlich groſse Druck als ein letztes Glied in der ſtetigen Reihe ſolcher X erſcheint, die immerfort gröſser und gröſser werden, je kleiner t wird, und für völlig harte Körper, bei welchen $t = 0$ geworden iſt, ihren unendlich groſsen Werth völlig erreicht haben.

Hiermit iſt nun auch der unendlich groſse Gegendruck einer *abſoluten Undurchdringlichkeit* der Materie als möglich, ſelbſt auch durch

das Gesetz der Stetigkeit, als Gesetz der Methode, erwiesen; denn er macht ja, in der Vorstellung einer völlig harten Körperform betrachtet, ein letztes Glied in einer stetigen Reihe aus, deren sämmtliche Glieder durch *dieses* methodisch ideale Gesetz der Stetigkeit als möglich erweisbar sind, allerdings aber eine Reihe von solchen *Drückungen* ausmachen, *welche* dem verewigten Philosophen als wahre Ursache vieler Geschwindigkeitsveränderungen, wegen seiner irrigen Phoronomie beinahe gänzlich unbemerkt, und wirklich völlig unbenutzt geblieben sind *).

*) Von dieser letztern Behauptung kann ich versichern, dass sie durch meine Widerlegung der Kant'schen Phoronomie, und durch die ebenfalls von mir dargestellte Lücke zwischen seiner Phoronomie und Mechanik einleuchtend erwiesen ist. *v. B.*

V.

Nachrichten von einem Meteorsteine, der am 15. April 1812 zu Erxleben, zwischen Magdeburg und Helmstedt, herabgefallen ist,

vom

Professor Hausmann in Göttingen

und dem

Director Vieth in Dessau.

I.

Am 15. April um 4 Uhr Nachmittags, bei stiller Luft und heiterem Himmel, vernahm man in den Gegenden von *Helmstedt* bis *Magdeburg* einen starken, einige Secunden nachhallenden Schlag, den zu Magdeburg Einige für einen fernen, heftigen Kanonenschuss, Andere für die Explosion eines Pulverwagens hielten. Zu *Erxleben* wurde der Schlag am stärksten gehört. Auch soll an diesem Orte von einigen Personen zugleich ein Blitz bemerkt worden seyn. An der Stelle, woher der Knall am heftigsten geschallt, entdeckte bald darauf ein Hirt ein frisch eingeschlagenes, tiefes Loch, und in demselben einen Stein von ungewöhnlicher Schwere und der Grösse eines kleinen Kinderkopfs. Von diesem Steine habe ich durch die Güte des

Herrn Poſtſecretairs **von Drake** zu Magdeburg ein ſchönes Stück erhalten, welches ſich durch ſeine äuſseren Merkmale als ein ächter *Aërolith* bewährt.

Das abſolute Gewicht dieſes Stücks beträgt genau 200 Gramme. Mehrere Seiten deſſelben zeigen friſchen Bruch, an ein Paar andern hingegen ſtellt ſich noch die natürliche Oberfläche mit ihrer charakteriſtiſchen Kruſte dar. Aus der Geſtalt der Oberfläche iſt erſichtlich, daſs das Stück keine vollkommene Kugel, ſondern ſtumpfeckig war. Uebrigens zeigt die Oberfläche eine Menge kleiner Vertiefungen und körnerförmiger Erhöhungen. Die Kruſte iſt von nicht meſsbarer Stärke. Sie beſitzt eine ruſsbraune Farbe, und iſt theils matt, theils ſchwach ſchimmernd. Auf dem friſchen Bruche iſt der Stein rauh und im Anfühlen ſcharf. Aus der Ferne geſehen, erſcheint er aſchgrau, im Ganzen matt, mit vielen ſehr kleinen, glänzenden Punkten. In der Nähe, beſonders mit bewaffnetem Auge betrachtet, zeigt er ſich als ein feines und gleichförmiges Gemenge von hauptſächlich zwei weſentlich verſchiedenen Subſtanzen. Sehr kleine kryſtalliniſche Körner gediegenen, vielleicht Nickel-haltenden *Eiſens* verrathen ſich durch ihre ſtahlgraue Farbe und ihren ſtarken Metallglanz. Mit dieſen verbunden iſt eine theils rauchgraue, theils graulich weiſse, anſcheinend ſplittrige und wenig glasglänzende Subſtanz, welche einige Aehnlichkeit mit Quarz zeigt. Hin und wieder ſcheinen ſehr kleine Schwefelkies-

Kryſtalle beigemengt zu ſeyn; und an einigen Stellen bemerkt man auch noch eine nicht zu beſtimmende ſchwarze kryſtalliniſche Subſtanz. Das Gemenge iſt überaus feſt und ſchwer zerſprengbar. Es ritzt das Glas und giebt am Stahle Funken. Die metalliſchen Theile ſind hämmerbar und äuſsern eine ſtarke Wirkung auf den Magnet, indem ſie nicht allein ſchon aus einiger Ferne die Nadel beunruhigen, ſondern auch ſtark angezogen werden. Polarität iſt an dem unterſuchten Stücke nicht zu bemerken.

In kleinen Splittern vor dem Löthrohre für ſich behandelt, kommen die Eiſenkörner ſogleich in Fluſs, und hüllen in Geſtalt einer dem Magnete folgſamen ſchwarzen Schlacke (als Eiſenoxydul) die übrigen Gemengtheile ein, welche übrigens keine Veränderung erleiden, aber im Boraxglaſe langſam aufgelöſt werden, ohne daſſelbe zu färben.

Nach den von dem Herrn Prof. Stromeyer und mir gemeinſchaftlich angeſtellten Verſuchen iſt das eigenthümliche Gewicht des Steins, mit Berückſichtigung der Temperatur des Waſſers und des Barometerſtandes, nach der von Tralles angegebenen Correctionsmethode, = 3,6038. *)

Göttingen den 4. Mai 1812.

Hausmann, Profeſſor.

*) Sie werden nächſtens die Reſultate der Analyſe dieſes Meteorſteins von Erxleben erhalten, des erſten, welcher bisher in unſerm nördlichen Deutſchland beobachtet worden iſt. Hr. Prof. Stromeyer beſchäftigt ſich mit ihr. Der Stein iſt ſehr ausgezeichnet durch ſeine *Feſtigkeit* und ſeinen groſsen Gehalt an metalliſchem Eiſen. *H.*

II. *Authentisches Protocoll.*

Erxleben den 9. Mai 1812 *).

Ueber die am 15ten vorigen Monats in hiesiger Gegend beobachtete Lufterscheinung, und den zwischen hier und Eimersleben gefallenen Meteorstein, wurden im hiesigen Friedensgerichte folgende Personen vernommen, welche ihre Wahrnehmungen folgendergestalt angaben.

1) Der Kossäte Andreas Perlitz hieselbst, 56 Jahre alt:

„Ich pflügte am 15ten vorigen Monats zwischen hier und Eimersleben. Zwischen 4 und 5 Uhr Nachmittags hörte ich auf einmal einen Schall, wie von mehrern schnell hintereinander abgefeuerten Kanonen, und darauf ein Gerolle, welches sich am besten mit einem kleinen Gewehrfeuer vergleichen läſst. Hierauf folgte ein Gesause in der Luft, welches mir immer näher kam, und es kam mir vor, als wenn dicht über mir etwas hinflog, so daſs ich mich noch bückte, um nicht davon getroffen zu werden, und gleich darauf erfolgte ein Schall, als wenn ein schwerer Körper mit Gewalt auf die Erde schlüge. Ich und der Kossate Herzberg gingen nun mit dem Schäferknecht Dörge aus Eimersleben, welcher in der Gegend hütete, nach dem Orte hin, wo nach unserer Meinung der Schlag auf die Erde geschehen seyn muſste, und wir fanden daselbst ein

*) Im Protocoll stand den 9. April, welches aber ein Schreibfehler ist. Das Phänomen erfolgte den 15. April, und das Protocoll wurde am 9. Mai aufgenommen. *Vieth.*

ganz frisches Loch wie zwei Fäuste groſs, welches schräg von Südost nach Nordwest ging. Der Schäferknecht Dörge grub hierauf mit seinem Hirtenstock, und traf auf einen Stein, welcher herausgenommen und in einem nahen Sumpfe abgewaschen wurde. Dieser Stein lag ¾ bis 1 Elle tief.

2) Der Kossate Christoph Herzberg, 38 Jahre alt, stimmte in seiner Angabe überall dem Kossaten Perlitz bei, und bemerkte noch, daſs seine Pferde von dem Donner und dem Geräusch in der Luft scheu geworden seyn. Perlitz sagte, er sey etwa 50 Schritt, und Herzberg, er sey etwa 100 Schritt von dem Loch entfernt gewesen.

3) Der Schäferknecht Heinrich David Dörge zu Eimersleben, 20 Jahre alt, stimmte in Ansehung des Donners und des Getöses in der Luft völlig mit den Angaben der beiden vorigen überein, und führte noch besonders folgendes an: „Ich war mit meinen Schafen etwa 50 Schritte von der Stelle entfernt, wo wir das frische Loch in der Erde fanden, und dasselbe hatte ganz die Richtung, wie der Perlitz und Herzberg es beschrieben haben. Ich suchte mit meinem Schäferstocke nach, und traf auf einen Stein, welcher etwa 1½ bis 2 Fuſs tief in der Erde steckte, welchen wir herausnahmen und in einem nahen Sumpfe abwuschen.“

Alle drey Comparenten führten nun noch an:

1. Daſs der Himmel ganz heiter gewesen, und die Sonne sehr warm geschienen habe. Vom Morgen nach dem Mittag habe eine lange schmale röth-

liche Wolke geſtanden, über und unter derſelben ſey es ganz helle geweſen. Dieſe Wolke ſey nach der Erſcheinung noch einige Zeit ſichtbar geweſen, bald nach 5 Uhr aber ſey dieſelbe gänzlich verſchwunden geweſen.

2. Der Donner und das Geraſſel ſey halb aus Oſten und Süden gekommen, und gerade in der Richtung, wie das Loch in der Erde gefunden worden.

3. Der Wind ſey nur ſchwach geweſen und aus Nordweſt gekommen.

4. Das Loch in der Erde ſey, wie man ganz deutlich geſehen habe, ganz friſch geweſen, indem, wenn es nur einige Stunden vorher entſtanden wäre, es ſchon umher betrocknet geweſen ſeyn müſste.

5. Eine Wärme ſey an dem Steine gar nicht zu bemerken geweſen; wobey noch zu bemerken ſey, daſs die Stelle etwas niedrig liege, und ſogleich, als der Dörge mit ſeinem Schäferſtock geſucht, Waſſer gekommen ſey.

6. In der hieſigen Gegend finden ſich dergleichen Steine ſonſt gar nicht, und beſonders zeichnet ſich dieſer von den übrigen Feldſteinen durch ſeine ſchwärzliche Farbe und ſeine Schwere aus.

7. Der Stein habe in derſelben Richtung gelegen wie das Loch geweſen, nämlich ſchräge und mit dem dicken Theile oben.

8. Alle drei erkannten den ihnen jetzt wieder vorgezeigten Stein für denjenigen an, welchen ſie in der angegebenen Art am funfzehnten vorigen Monats aus der Erde geholt hätten.

9. Bemerkten die Comparenten, daſs der Stein etwa eine Viertelſtunde nachher, nachdem ſie den Fall gehört, aus der Erde genommen ſey.

Der Herr Doctor Wiedemann hieſelbſt, der bei dieſer Vernehmung zugegen war, führte noch an, daſs er dieſen Stein gewogen und die ganze Schwere deſſelben vier und ein halb Pfund befunden habe.

Sämtliche Comparenten haben die ihnen vorgeleſene Verhandlung genehmigt und unterſchrieben.

Dr. Wiedemann. Andreas Perlitz.
Chriſtoph Herzberg.
Heinrich David Dörge.
* Sellund. * Allalz.

Obiges Protocoll iſt mir heute durch den Herrn Grafen von Alvensleben im Original mitgetheilt und genau und wörtlich von mir abgeſchrieben worden.

Deſſau, d. 15. Mai 1812. Vieth.

III. *Nachſchrift.*

Die erſte Nachricht obiges Phaenomen betreffend, welche ich erhielt, war, daſs ein Paar Perſonen, die ich aber nicht ſelbſt darüber geſprochen habe, eine Feuerkugel hier bei Deſſau von Südoſt nach Nordweſt hätten fliegen ſehen.

Dann erzählte mir der Amtmann Nahde aus Preislitz (hinter Cöthen), daſs man dort am Mittwoch den 15. April einen ſtarken wiederholten Knall gehört habe.

*) Dieſe Namen ſind im Original unleſerlich. *V.* Wahrſcheinlich ſind es die des Friedensrichters zu Erxleben und ſeines Adjoint, welche wegen der einſichtsvollen Art, mit der ſie das Protocoll aufgenommen haben, den Dank der Phyſiker verdienen. G.

Dasselbe erfuhr ich den folgenden Tag von meinem ältesten Sohne, der sich in Wörlitz aufhält, wo man ebenfalls den Knall gehört hatte.

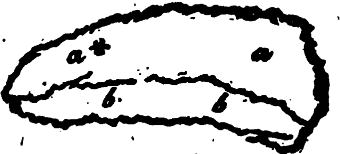
Das Gerücht sagte, es sey in Egeln ein Pulverwagen aufgeflogen, gerade wie man zu Charsonville glaubte, es sey zu Blois ein Artilleriepark aufgeflogen (*Annal.* 1812. 1. S. 84.). Aus der Nachricht von der Feuerkugel und dem, der Zeit nach damit zusammentreffenden Knall, liefs sich aber leicht vermuthen, dafs beide zusammen gehörten, und das bestätigte sich denn auch bald, durch die Nachricht, dafs bei Erxleben (hinter Magdeburg) ein Stein aus der Luft gefallen sey. Der Kammerherr von Hagen hier in Dessau machte mir Hoffnung, diesen merkwürdigen Stein zu bekommen; ich bat, mir zugleich ein Protocoll darüber mit zu verschaffen. Hierauf erhielt ich am 11. Mai ein kleines Stück des Steins und am 15. Mai das darüber aufgenommene Protocoll, welches ich so eben mitgetheilt habe.

Die Beschreibung des Getöses ist ganz wie gewöhnlich, besonders beinahe gleichlautend mit der in der wahrhaften Communication von dem Meteorstein in der Ortenau 1671 Febr. 25. (*Annal.* 33. B. S. 185.)

Die Beschaffenheit des Erdreichs, in welches der Stein einschlug (fast von allen liest man ungefähr anderthalb Fufs) und das äufsere Ansehen des Steins hätten wohl einigermafsen beschrieben werden können.

Das Stück, welches ich davon erhielt, ist in den meisten Merkmalen allen andern Meteorsteinen ähnlich.

1. Form und Gröfse, wie in der hiebei erfolgenden Figur. Die etwas convexe unebne Fläche a a fchien äufsere Oberfläche des Steins zu feyn, wegen ihrer ftumpfen Unebenheiten, b b aber war ein Bruch.



2. Gewicht in freier Luft	147 Gran
Gewicht im Waffer	101 Gran
Verluft an Gewicht	46 Gran

Alfo fpecif. Gewicht $= \frac{147}{46} = 3,2$

3. Gemengtheile fah man mit blofsem Auge und mit dem Mikrofkop vorzüglich dreierlei, weifse, fchwarze und glänzende, die zufammen eine afchgraue Farbe der ganzen Maffe machten, wie bei allen Meteorfteinen. Adern waren in dem Stücke nicht zu bemerken; alles war ein fein körnichtes Aggregat, fehr feft, und härter, als es dem erften Anblick nach fchien. Ich glaubte beim fandartigen Anfühlen die Spitze bei a* mit den Händen abbrechen zu können, allein ich war es bei weitem nicht im Stande. Die wie Glimmer glänzenden Puncte waren durch die ganze Maffe fehr häufig.

4. Am Stahl gab der Stein zwar keine Funken, fo oft ich es auch an verfchiedenen Stellen verfuchte, es entftand vielmehr immer nur eine metallifch glänzende glatte Stelle an dem Rande, da wo der Stahl ihn getroffen hatte; aber Glas wurde durch

einige Spitzen des Bruchrandes ſehr merklich geritzt.

5. Merkwürdig ſchien es mir, daſs das Stück gar keine ſchwärzliche verſchlackte Rinde hat, wie ſonſt, ſo viel ich weiſs, alle gehabt haben; ob der Stein im Ganzen dergleichen hatte, habe ich nicht erfahren *). Sollte dieſs mit der Bemerkung des Landmanns zuſammen gehören, daſs der Stein keine Wärme gezeigt hat, oder war er in feuchtem Boden während der Viertelſtunde abgekühlt?

6. Auf eine empfindliche Magnetnadel wirkte das Stück Meteorſtein ſehr ſtark. Man konnte eine kleine zweizöllige Nadel durch 60 Grad damit herumziehen, wenn man den Stein auf dem Glasdeckel der Bouſſole hin und her bewegte.

7. Ein kleines Stück mit einem Hammer von der Spitze bei a* abgeſchlagen, wurde zerſtoſsen und einigen chemiſchen Unterſuchungen unterworfen, die ungefähr eben das gaben, was ſchon oft genug bei andern gefunden iſt. Beſonders viel Schwefel-Waſſerſtofgas entwickelte ſich beim Aufguſs der Salzſäure. Die beträchtliche Menge glänzender Puncte lieſs ſchon auf einen ziemlichen Antheil von Schwefelkies ſchlieſsen.

Deſſau, d. 15. Mai 1812. **Vieth.**

*) Hr. Prof. Hausmann bemerkte an dem Stücke des Meteorſteins, welches ihm überſchickt wurde, Theile der Rinde (vergl. I.); auch wird in dem Protocoll unter 6 angegeben, der Stein habe ſchwärzlich ausgeſehn. G.

VI.

Einige Zusätze und Berichtigungen zu der unter II. mitgetheilten Notiz, des Ptolemäus Optik betreffend;

vom

Prof. Mollweide in Leipzig.

Als Veranlassung dieser Notiz wird eine Stelle in der *Mécanique céleste* des Herrn La Place angegeben, worin derselbe der Optik des Ptolemäus nach einer lateinischen Handschrift auf der Kaiserlichen Bibliothek erwähnen soll. In der *Mécanique céleste* kommt die Stelle nicht vor, sondern in der *Exposition du systeme du monde*, und zwar p. 308 der zweiten Ausgabe. Denn p. 347 der dritten Ausg. geschieht da, wo von des Ptolemäus Optik die Rede ist, des Manuscripts keine Erwähnung.

Was die Behauptung Montucla's betrifft, daſs Alhazen aus Ptolemäus Optik geschöpft habe, welches Hr. Delambre läugnet, so scheint der Umstand, daſs Alhazen des Ptolemäus nicht erwähnt, kein Grund für diese letztere Meinung zu seyn. Vielmehr, wenn man den Gang, den die Wissenschaften bei den Arabern genommen haben, und daſs die Griechen in allen andern Zweigen der Mathematik ihre Lehrer gewesen sind, in Erwägung zieht, so wird man sehr geneigt seyn, das auch in Rücksicht der Optik anzunehmen. In wiefern bei wissenschaftlichen Sätzen und Lehren eine Tradi-

tion Statt haben könne, lasse ich dahin gestellt seyn.

Hr. Delambre hat verschiedne Schriftsteller angeführt, welche keine Kenntniss von Ptolemäus Optik gehabt haben, seinen eigenen Landsmann Dechales aber, der allerdings etwas davon gewusst hat, übersehen. Denn dieser erwähnt Tom. I. p. 66 seines *Mund. mathem.*, der aus dem Griechischen gemachten Uebersetzung eines Ungenannten von des Ptolemäus Werkchen über die Spiegel, und zwar, wie es scheint, aus eigener Ansicht derselben. — Die von Fabricius in der von dem Hrn. Herausgeber der Annal. nachgewiesenen Stelle der *Biblioth. Graeca* angeführten ältern Schriftsteller, welche der Optik des Ptolemäus erwähnen, sind: Heliodor (oder Damian) von Larissa in seinem Buche über die Optik, und Simplicius in seinem Commentar über des Aristoteles Schrift vom Himmel. Ersterer gedenkt ihrer bei der Lehre von der geradlinigen Fortpflanzung des Lichts. Der griechische Titel ὀπτικη πραγματεια sagt so viel als *tractatus opticus.* Ob der griechische Text je in dem Occidente vorhanden gewesen, ist eine Frage. Baco hat ihn gewiss nicht vor sich gehabt. Dass Regiomontan im Besitz desselben gewesen sey, ist mir deswegen unwahrscheinlich, weil sonst wohl in dem von Tanstetter bekannt gemachten Verzeichnisse seiner sowohl gedruckten als ungedruckten Schriften, bei der Aufführung von Ptolemäus Perspectiv etwas angemerkt seyn würde, was darauf hindeutete, wie es bei dem Almagest und der Geographie des Ptolemäus der Fall ist, welche Regiomontan aufs Neue übersetzt (*ex nova traductione*) ediren wollte. Der Herausgeber der *Perspectiva communis* (man s. die Note des Hrn. Prof. Gilbert S. 375) giebt in seiner Notiz von der Optik

des Ptolemäus, (welches Ambrosius Rhodius in der Vorrede zu seiner im J. 1611 zu Wittenberg herausgegebenen Optik wiederhohlt hat,) den griechischen Titel derselben unrichtig an, welches vermuthen läfst, dafs die von ihm anderswoher entlehnte Nachricht nicht auf Ansicht des griechischen Originals gegründet ist. Uebrigens müssen Exemplare der Ptolemäischen Optik oder vielmehr des Stücks derselben, welches von den Spiegeln handelt, in jenen Zeiten nicht so selten gewesen seyn. Denn der ältere Scaliger führt in seinem Werke *de Subtilitate*, Exercitt. 81. 1, und 298. 2. die Schrift des Ptolemäus: *de Speculis*, als eine dem Cardan sehr wohl bekannte an.

In Betreff der lateinischen Handschrift, welche sich, nach dem von Heilbronner und Montucla angeführten Catalog der Bodlei'schen Bibliothek zu Oxford, in derselben befindet, merke ich an, dafs noch mehrere Manuscripte der Ptolemäischen Optik in den dortigen Bibliotheken vorhanden seyn müssen. Denn in der von Thom. Smith bekannt gemachten *Synopsis* *) von ältern griechischen, lateinischen und arabischen Mathematikern, welche Eduard Bernard, Savilischer Prof. der Astronomie zu Oxford und Zeitgenosse des bekannten Mathematikers Wallis, in 14 Bänden ediren wollte, findet sich unter den Schriften, welche den 11ten Band einnehmen sollten, auch aufgeführt: *Ptolemaeus vel Veterum alius de Speculis ex edit. et ex MSS. una cum commentario MS. in bibliotheca Sauiliana.* Es erhellt hieraus zugleich, dafs von dem Theile der Ptolemäischen Optik, welcher die Spiegel betrifft, wirklich ein Abdruck gemacht

*) Man findet solche vollständig in Fabricii *Bibl. Graeca* Lib. III. c. 23. und abgekürzt in Scheibel's Einleitung zur mathem. Bücherkenntnifs 6tes St.

und in Umlauf gewesen ist, welches mit dem, was die vorhin angeführten Stellen des Dechales und Scaliger schliessen lassen, übereinkommt *).

Ich will nun noch zur Vergleichung mit dem, was Hr. Delambre von dem Inhalte der Ptolemäischen Optik mitgetheilt hat, einiges aus Baco's Perspectiv beybringen, der sich äusserst häufig darauf bezieht, und ihr das Lob beilegt, dass sie zwischen der zu grossen Kürze des Euklid und Jacob Alkind's und der übermässigen Weitschweifigkeit Alhazen's einen schicklichen Mittelweg nehme. Die Ausgabe der Perspectiv, welche ich dabei gebraucht habe, ist die Combachsche, Frankf. 1614, doch habe ich nicht unterlassen, die in dem *Opus maius* P. V. enthaltene Abhandlung der Perspectiv, als welche meistens die bessere Leseart hat, stets zu vergleichen.

P. I. Dist. I. c. 3. Von dem sinnlich Erkennbaren, welches entweder durch einen Sinn ausschliesslich oder durch mehrere gemeinschaftlich aufgefasst wird. Das Gesicht urtheilt allein über Licht und Farbe. Ausserdem mit andern Sinnen gemeinschaftlich über Entfernung, Lage, Körperlichkeit, Figur u. s. w., in allen 22 Arten des Sichtbaren. Unter diese lässt sich alles übrige bringen. Dies erhellt aus dem 1sten B. des Ptolemäus von der Optik, dem zweiten des Alhazen, u. a. — Bei den vorhin angegebenen 20 Arten des Sichtbaren (Licht und Farbe abgerechnet) concurriren, nach Ptolemäus im 2ten B. der Perspectiv, Getast und Gesicht.

Dist. VII. c. 2. wird die Frage untersucht, ob das Auge beim Sehen thätig sey, und bejaht. Dass die Wirkung der Sehekraft sich bis zur gesehenen Sache

Hh 2

*) M. s. den Nachtrag hierzu.

erstrecke, wird erst mit einem Ausspruche des Aristoteles belegt. Dann heisst es weiter: Auch Ptolemäus in seinem Buche von der Optik, welcher früher als Alhazen diese Wissenschaft abhandelte, die dieser von ihm überkommen und vorgetragen hat, nimmt überall an, dass vom Auge Sehestrahlen bis zu dem gesehenen Gegenstande ausgehen.

Dist. VIII. c. 1. Von den ausser dem Abbilde (*specie*) *) erforderlichen Bedingnissen zum Sehen. Das erste ist Licht; selbst Farbe wird nicht ohne Licht wahrgenommen. Die Ursache davon kann seyn: erstlich, nach Avicenna, weil die Farbe in der Finsterniss nichts reelles hat, oder zweytens, nach Alhazen, weil sie, wenn sie auch in der Finsterniss real ist, in derselben kein Abbild wirken kann, oder drittens, nach eben dem Alhazen, weil sie, wenn sie auch ein Abbild hervorbringen kann, auf das Sehorgan nicht wirkt und eine Veränderung darin macht, so dass der Act des Sehens entstehe. Das erste widerlegt Ptolemäus im 2ten B. der Perspectiv, indem er sagt: wenn es sich so verhielte, so würden jegliche zwey Sachen, die einerley Lage gegen das Licht und Gesicht haben, in einerley Farbe erscheinen, wovon wir aber das Gegentheil wahrnehmen, bey verschiedenen Dingen beynahe zu gleicher Zeit, bey einerley Sache zu verschiedenen Zeiten, z. B. beym Chamäleon, der seine Farbe nach den Umgebungen ändert, und bey einem, der aus Scham erröthet und vor Furcht blass wird, wiewohl der Gegenstand immer dieselbe Lage gegen das Licht behält.

*) An das Bild auf der Netzhaut ist hierbey nicht zu denken. Das Abbild ist ein von dem sinnlichen Gegenstande ausgehender, reinerer, dünner, von dem Groben der Materie freyer, Ausfluss, eine *qualitas spiritalis* oder *intentionalis*. M. vergleiche, was Hr. von Göthe Farbenlehre II. S. 267. von den intentionellen Farben sagt.

Dist. IX. c. 1. Das fünfte Bedingniss zum Sehen ist, dass das Object, was gesehen werden soll, die Luft und den Aether *(caelum)* an Dichtigkeit übertreffe. Wir sehen deswegen das Wasser so gut, weil es dichter ist, als die Luft. — Indess muss man merken, was Ptolemäus im 2ten B. der Perspectiv sagt, dass wir die Luft und den durchsichtigen Aether von weitem und in einer grossen Entfernung, obwohl nicht in der Nähe, wahrnehmen. Denn bey einer grossen Entfernung häuft sich von dem Durchsichtigen viel an, und verhält sich alsdann gegen das Gesicht, wie das vollkommen Dichte in einer geringen Entfernung.

P. II. Dist. I. c. 1. Von dem Einflusse der Beschaffenheit des Auges auf das Sehen. Die, welche tief liegende *(profundos)* Augen haben, sehen weiter, als die, welche hervorstehende *(prominentes)* haben. Der Grund davon ist dreyfach. Der dritte ist, weil, wenn das Auge tiefer in der Knochenhöhle mehr bedeckt ist, die Sehkraft mehr gesammelt *) und vereinigt wird, so dass sie einen engern und geradern Weg zu der gesehenen Sache nimmt, und weniger zerstreut *) und ausgebreitet wird, und so in den Ort der Sehpyramide dringt. Deswegen pflegt man, wenn man etwas in der Ferne genau ansehen will, die hohle Hand vor das Auge zu legen, damit die Sehkraft mehr gesammelt und weniger zerstreut werde. — Ptolemäus sagt dies ausdrücklich im 2ten B. der Optik mit folgenden Worten: Die, welche hohle Augen *(concauos)* haben, sehen mehr in die Ferne, wovon der Grund die Sehkraft ist, welche durch das Zusammenhalten *(cohabitationem* im Griechischen wird συνοχῃ gestanden haben); das ist,

*) *Congregare — dispergere (disgregare)*: im Griechischen συγκρίνειν — διακρίνειν. M. s. Göthes Farbenlehre II. S. 112.

durch das Sammlen und Vereinigen und durch die Enge des Orts entsteht. — Nächst diesem ist zu untersuchen, warum viele Alte, wenn sie die Sachen deutlich sehen wollen, z. B. wenn sie lesen, besser in der Ferne, als in der Nähe sehen. Denn sie halten die Sachen, welche sie sehen wollen, weit von sich ab. Als Ursache davon giebt Ptolemäus im 2ten der Persp. die viele Feuchtigkeit, die sich in ihren Augen findet, an. Alte Personen nämlich haben viel zufällige Feuchtigkeiten (die nicht zum Sehen erforderlich sind, wie die wässrige, kryssallene und gläserne) im Ueberfluss. Ist nun die Feuchtigkeit in mässiger Quantität vorhanden, so wird die Sehekraft beym Hindurchdringen durch dieselbe schnell frey, und man sieht bald eine nahe kommende Sache deutlich, wenn aber viel zufällige Feuchtigkeit da ist, so wird die Sehkraft aufgehalten und nicht so schnell frey: deswegen muss die Sache weiter vom Auge abstehen, ehe sie deutlich gesehen werden kann.

Dist. III. Von der dreyfachen Art des Sehens in Rücksicht der acht nothwendigen Bedingnisse. — *c.* 1. Licht und Farbe werden allein durch den blossen Sinn wahrgenommen und es entsteht dabey kein Irrthum, wenn jene acht Stücke ihr gehöriges Maass halten. — Ptolemäus zeigt im 2ten der Perspect., dass verschiedne Farben aus einem zweifachen Grunde als eine einzige erscheinen. Der eine ist: bey einer Sache von verschiednen Farben zeigt sich nur eine wegen der zu grossen Entfernung, so dass der Winkel, welcher die ganze Sache fasst, nicht die gehörige Grösse hat. Wenn aber die einzelnen Winkel, welche die verschiedenen Farben fassen, unmerklich sind, so bewirkt die Zusammendrängung der nicht zu unterscheidenden Theile, dass die Farbe der ganzen Sache eine und anders ist,

als der einzelnen Theile. Ein anderer Grund ist: bey der schnellen Bewegung einer Sache, z. B. einer mehrfarbigen Scheibe, kann, weil ein und derselbe Sehestrahl nicht auf einer und derselben Farbe verweilt, (indem die Farbe sich ihm durch die schnelle Bewegung entzieht, und er so auf alle Farben fällt,) solcher nicht unter der ersten und letzten unterscheiden, noch unter denen, welche auf der ganzen Scheibe sind, sondern sie erscheinen als eine einzige, die gleichsam aus allen gemischt ist. — *c.* 5. 6. Von der Art, wie wir durchs Gesicht Begriffe von der Gröfse bekommen. — Dafs die Sterne aus einem immerwährenden Grunde beym Aufgange und Untergange gröfser erscheinen als im Meridian, sagt Ptolemäus im 3ten und 4ten und Alhazen im 7ten, und kann daraus bewiesen werden, dafs, wenn wir nach Morgen oder Abend blicken, der Himmel uns wie eine flache, über unserm Haupte ausgespannte und nach Morgen und Abend zu gedehnte Decke vorkommt *). — *cap. VII.* Vom Funkeln oder Blinkern der Fixsterne. Der Grund davon ist ein durch Anstrengung des Auges wegen der großen Ent-

*) Baco sagt nachher: die Entfernung der Himmelskörper, wenn sie im Aufgehen sind, wird durch die dazwischen liegende Erdfläche erkannt, dies kann aber nicht geschehen, wenn sie in der Mitte des Himmels sind, wegen der Unbemerkbarkeit der Luft. — *P. III. Dist. II. c.* 4. gedenkt er der Vergröfserung der auf- und untergehenden Sonne und des Mondes durch die Dünste in der Nähe des Horizonts, von welcher auch Ptolemäus μεγαλ. συντ. I. 3. handelt, unterscheidet sie aber sehr wohl von der vorhin gedachten, indem er sagt: die Ursache derselben sey eine temporelle. Uebrigens kommt das, was ein neuerer scharfsinniger Philosoph und Mathematiker, der verstorbene Hofprediger Schulze in Königsberg, in seinem kurzen Lehrbegriff

fernung bemerktes Zittern desselben. Ptolemäus giebt dies als die Ursache im 2ten der Perspectiv an. Weil auch das Auge Sonne und Sterne im Horizonte für entfernter schätzt, so strengt es sich stärker an und geräth in eine zitternde Bewegung, und hiernach läßt sich der adäquate Grund auffinden, warum die glänzenden Planeten, wie vorzüglich die Sonne, der Mond, Venus, Merkur und Jupiter sind, nicht funkeln, weil nämlich das Gesicht sie richtig schätzt, und sie also für näher hält, dem zufolge, was Ptolemäus im 2ten B. der Opt. sagt, daß glänzende Körper, wie Sonne und Mond, für näher gehalten werden, weniger glänzende aber nicht.

Op. Maj. P. IV. Dist. IV. c. 2. Wenn Jemand durch solche Instrumente, womit wir die bey den himmlischen Körpern vorkommenden Bestimmungen erforschen, dergleichen Armillen heissen, oder andern, den Ort eines Sterns in der Nähe des Aequators bey seinem Aufgange und dann wieder, wenn derselbe in die Mittagsfläche kommt, bestimmt, so wird er finden, daß solcher in seiner Culmination merklich weiter vom mitternächtigen Weltpole absteht, als bey seinem Aufgange. Daher sieht das Gesicht den Stern auf verschiedene Weise zu verschiedenen Zeiten; denn wenn es ihn auf einerley Weise sähe, so würde es ihn immer an demselben Orte finden. Allein wenn der Stern in der Mittagsfläche ist, so nähert er sich dem Zenith oder

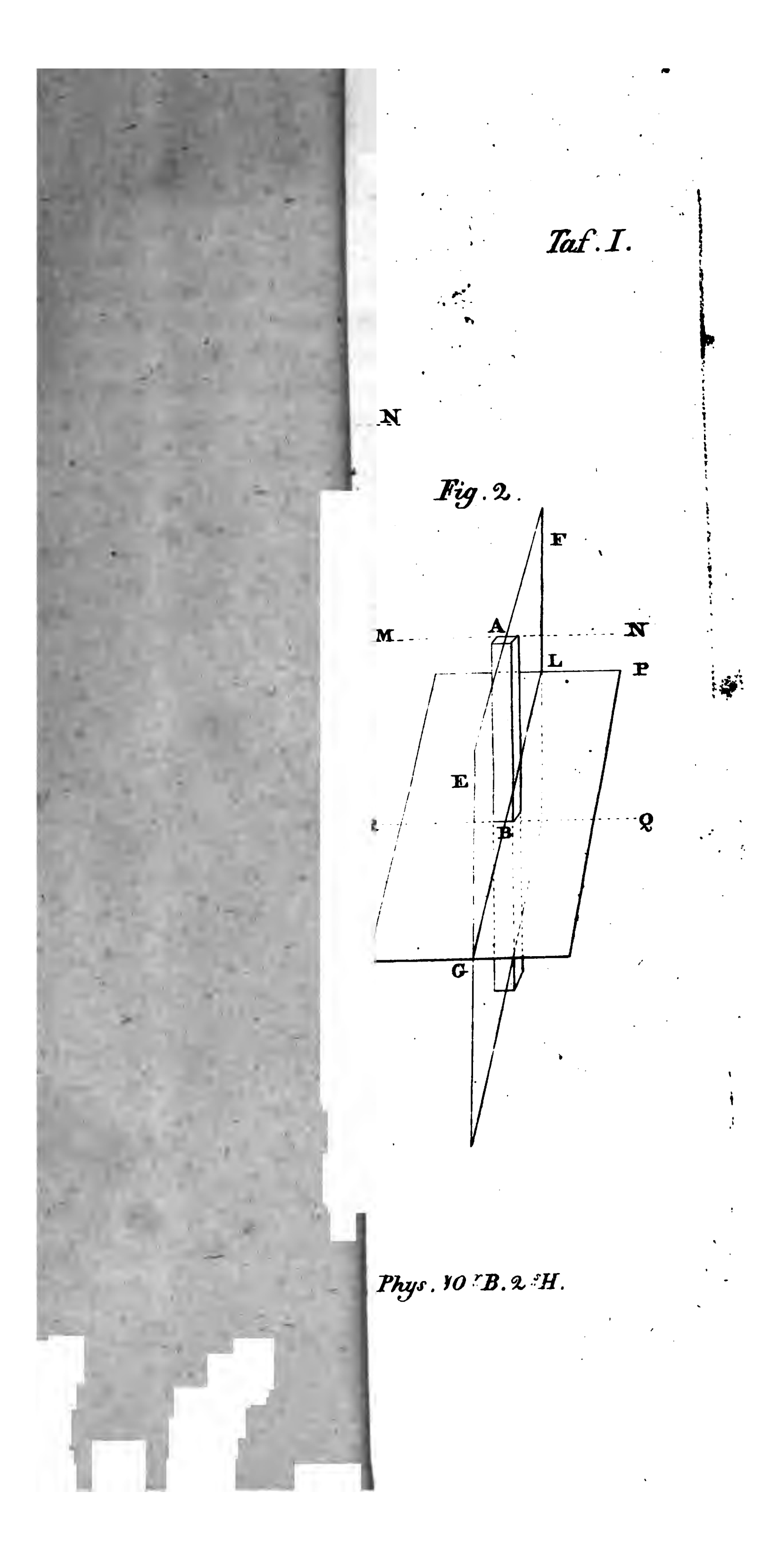
der mechanischen und optischen Wissenschaften S. 45. als Ursach angiebt, warum wir den Horizont für entfernter halten, als das Zenith, so ziemlich auf dasselbe hinaus, was Ptolemäus nach Hrn. Delambre's Anführen dafür ansieht. Nach beiden nämlich liegt der Grund der Verschiedenheit des Urtheils in der Gewohnheit.'

Scheitelpuncte des Beobachters, deswegen fallen die Strahlen senkrecht auf und ins Centrum der Welt, und werden deswegen nicht gebrochen, und das Gesicht sieht daher den Stern durch gerade Linien an seinem wahren Orte. Wenn also das Gesicht beym Aufgange des Sterns irrt, so sieht es denselben nicht durch senkrechte Linien, weil der Stern weit vom Zenith absteht, und deswegen fallen die Strahlen unter schiefen Winkeln auf, welches der Grund ist, warum sie gebrochen werden, und deswegen sieht das Gesicht durch gebrochne Linien und irrt im Orte des Sterns. So weiset aber Ptolemäus im 5ten B. von der Optik und Alhazen im 7ten die Sache zu untersuchen an.

Nachtrag.

Bey der von Combach besorgten *Perspectiua Baconis* befindet sich noch ein *Tractatus de Speculis,* welchen Baco zur Erläuterung einer Stelle in seinem *Op. maj.* mag aufgesetzt haben. *P. IV. Dist. II. c. 2.* sagt er nämlich: *Si ergo speculum concauum sphaericum ad solem ponatur, concurrunt radii infiniti in punctum unum per reflexionem. Et ideo oportet, vt speculo concauo ad solem posito ignis accendatur, sicut dicit ultima propositio libri de speculis et ibidem demonstratur.* Und der Tractat fängt so an: *Ex concauis speculis ad solem positis ignis accenditur.* (Dies ist gleichsam der zu erläuternde Text) *Haec vltima propositio libri de speculis communibus sic demonstratur ibidem.* Vielleicht ist das ganze nun Folgende genommen, theils aus der von Dechales und Scaliger angeführten Schrift des Ptolemäus von den

Spiegeln (Dechales ſagt nämlich ausdrücklich, das zweyte Buch handele *de ſpeculis concauis*, und die Stelle in Cardan's Buche *de Subtilitate*, welche Scaliger an dem zuerſt angeführten Orte im Sinn hat, handelt auch vom Brennen mittelſt der Hohlſpiegel;) theils aus der dem Archimed beygelegten Schrift *de ſpeculis comburentibus* (dieſem ſteht das vorige *communibus* entgegen), worüber *Fabricii Biblioth. Graec. Lib. III. c.* 22. und *Montucla's Hiſt. des mathem. Tom. I. p.* 236. zweyte Ausg. nachzuſehen ſind. Doch darüber Gewiſsheit zu geben, müſste einem der Gebrauch einer ſo reichen Bibliothek, als wie Hr. Delambre benutzen darf, frey ſtehen.


Taf. I.
N
Fig. 2.
F
A
M
N
L
P
E
Q
B
G

















